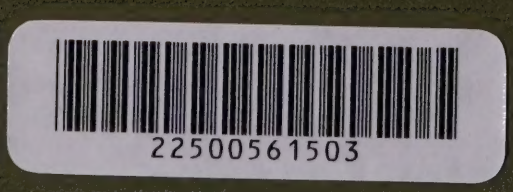
FRIEDRICH MERKEL

# DIE ANATOMIE DES MENSCHEN

## Fünfte Abteilung:

Haut, Sinnesorgane und nervöse Zentralorgane

TEXT


22500561503

Med
K7925

MEDICAL SCIENCES.

POL 20 MER I 3 c. 8

Die

# Anatomie des Menschen

Mit Hinweisen auf die ärztliche Praxis

Von

Dr. Friedrich Merkel
Professor in Göttingen

Fünfte Abteilung:

## Haut, Sinnesorgane und nervöse Zentralorgane

---

Wiesbaden
Verlag von J. F. Bergmann
1917

# Haut, Sinnesorgane
und
# nervöse Zentralorgane

Von

Dr. Friedrich Merkel
Professor in Göttingen

UNIVERSITY
COLLEGE
LONDON

Wiesbaden
Verlag von J. F. Bergmann
1917

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht in alle Sprachen, auch in die russische und ungarische, vorbehalten.
Copyright by J. F. Bergmann, Wiesbaden 1917.

6934667

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. WelMOmec
Coll.
No. QS

27877

Druck der Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.

# Inhaltsverzeichnis.


Seite

**I. Äußere Haut. Integumentum commune.** . . . . . 3
a) Äußere Besichtigung . . . . . 3
b) Dicke und Festigkeit . . . . . 4
c) Bau . . . . . 5
1. Lederhaut, Corium . . . . . 5
2. Unterhautbindegewebe, Tela subcutanea . . . . . 6
3. Oberhaut, Epidermis . . . . . 7
d) Anhangsgebilde der Epidermis . . . . . 9
1. Knäueldrüsen, Glandulae glomiformes . . . . . 9
2. Haare und Talgdrüsen . . . . . 11
α) Haare, Pili . . . . . 11
β) Talgdrüsen, Glandulae sebaceae . . . . . 15
3. Haarbalgmuskeln, Arrectores pilorum . . . . . 16
4. Nägel, Ungues . . . . . 16
e) Gefäße und Nerven der Haut . . . . . 19
Praktische Bemerkungen . . . . . 20

**II. Lehre von den Sinnesorganen** . . . . . 22
a) Allgemeines . . . . . 22
b) Gefühlsapparat . . . . . 24
α) Gefühlsapparate in der Haut . . . . . 25
β) Gefühlsapparate im Inneren des Körpers . . . . . 28
c) Höhere Sinnesorgane . . . . . 30
α) Geschmacksorgan. Organon gustus . . . . . 30
β) Geruchsorgan. Organon olfactus . . . . . 32
γ) Gehörorgan. Organon auditus . . . . . 33
1. Empfindender Teil des Ohres. Inneres Ohr . . . . . 35
a) Innerer Gehörgang, Meatus acusticus internus . . . . . 35
b) Knöchernes Labyrinth, Labyrinthus osseus . . . . . 36
c) Häutiges Labyrinth, Labyrinthus membranaceus . . . . . 38
Ovales Säckchen, Utriculus . . . . . 39
Bogengänge, Ductus semicirculares . . . . . 39
Rundes Säckchen, Sacculus . . . . . 39
Schneckengang, Ductus cochlearis . . . . . 40
Feinerer Bau des häutigen Labyrinthes . . . . . 40
1. Säckchen und Bogengänge . . . . . 40
2. Schnecke . . . . . 42
Gefäße des Labyrinthes . . . . . 45
Praktische Bemerkungen . . . . . 46
2. Schalleitender Teil des Ohres . . . . . 46
a) Äußeres Ohr, Auris externa . . . . . 46
Bänder der Ohrmuschel . . . . . 49
Muskeln der Ohrmuschel . . . . . 49
Haut, Gefäße und Nerven des äußeren Ohres . . . . . 50
Altersunterschiede, Varietäten . . . . . 51
Praktische Bemerkungen . . . . . 51

Seite

b) Trommelfell, Membrana tympani . . . . . 52
Praktische Bemerkungen . . . . . 54
c) Mittleres Ohr. Auris media . . . . . 55
d) Paukenhöhle, Cavum tympani . . . . . 55
Die Gehörknöchelchen, ihre Verbindungen und Muskeln . . . 57
Die Schleimhaut der Paukenhöhle . . . . . 59
e) Pneumatische Nebenräume des Mittelohres . . . . . 60
f) Ohrtrompete, Tuba auditiva . . . . . 61
g) Gefäße und Nerven des Mittelohres . . . . . 62
Altersverschiedenheiten, Varietäten . . . . . 62
Praktische Bemerkungen . . . . . 63
δ) Sehorgan. Organon visus . . . . . 64
a) Augapfel, Bulbus oculi . . . . . 64
1. Äußere Augenhaut, Tunica fibrosa oculi . . . . . 65
Sclera . . . . . 66
Cornea . . . . . 66
2. Mittlere Augenhaut. Tunica vasculosa oculi . . . . . 69
Aderhaut, Chorioidea . . . . . 70
Ziliarkörper, Corpus ciliare . . . . . 71
Regenbogenhaut, Iris . . . . . 72
3. Innere Augenhaut, Tunica nervosa oculi . . . . . 75
Pigmentepithel, Stratum pigmenti retinae . . . . . 75
Netzhaut, Retina . . . . . 76
Macula lutea und Fovea centralis . . . . . 80
Ora serrata und Pars ciliaris retinae . . . . . 80
Papilla nervi optici und Nervus opticus . . . . . 80
4. Kern des Bulbus . . . . . 82
Kristallinse, Lens crystallina . . . . . 82
Strahlenbändchen, Zonula ciliaris . . . . . 84
Glaskörper, Corpus vitreum . . . . . 85
Augenkammern, Camerae oculi, und Kammerwasser, Humor aqueus 85
5. Gefäße des Augapfels . . . . . 86
Praktische Bemerkungen . . . . . 87
6. Augenmuskeln, Musculi oculi . . . . . 91
7. Bindegewebsapparat der Augenhöhle . . . . . 93
8. Glatte Muskeln des Sehapparates . . . . . 94
9. Augenlider, Palpebrae, und Bindehaut, Conjunctiva . . . . . 95
Praktische Bemerkungen . . . . . 100
10. Tränenapparat, Apparatus lacrimalis . . . . . 101
Tränendrüse . . . . . 101
Praktische Bemerkungen . . . . . 102
Tränenwege, Viae lacrimales . . . . . 102
Tränenröhrchen, Ductus lacrimales . . . . . 102
Tränennasengang, Canalis nasolacrimalis . . . . . 103
Praktische Bemerkungen . . . . . 104

**III. Nervenlehre** . . . . . 104
Allgemeines . . . . . 104
Aufbau des Nervensystems im allgemeinen . . . . . 105
Peripherische Ganglien und Nerven . . . . . 106
Verfolgung der Nervenbahnen . . . . . 107
Nervöse Zentralorgane . . . . . 108
A. Rückenmark, Medulla spinalis . . . . . 109
Wurzeln und Leitungsbahnen des Rückenmarks . . . . . 113
I. Zuleitende Bahnen . . . . . 116
II. Ableitende Bahnen . . . . . 118
III. Kurze Assoziationsbahnen . . . . . 119
Gefäße des Rückenmarks . . . . . 119

Seite
B. Gehirn, Encephalon . . . . . 120
Einteilung . . . . . 122
Kurze Oberflächenbetrachtung des Gehirns . . . . . 123
Kurze Betrachtung der inneren Teile des Gehirns. Gehirnsektion . . . 125
Genauere Betrachtung der einzelnen Gehirnabschnitte . . . . . 129
I. Rautenhirn, Rhombencephalon . . . . . 129
Gröbere Bauverhältnisse . . . . . 129
Das verlängerte Mark, Medulla oblongata . . . . . 129
Brücke, Pons (Varoli) . . . . . 130
Kleinhirn, Cerebellum . . . . . 131
Isthmus rhombencephali . . . . . 134
Vierter Ventrikel, Ventriculus quartus . . . . . 134
Innere Organisation des Rautenhirns . . . . . 136
1. Verlängertes Mark . . . . . 137
2. Gebiet der Brücke . . . . . 141
3. Decke des Rautenhirns . . . . . 149
Kleinhirn, Cerebellum . . . . . 149
Isthmus rhombencephali . . . . . 152
II. Großhirn, Cerebrum . . . . . 152
a) Mittelhirn, Mesencephalon . . . . . 152
Gröbere Bauverhältnisse . . . . . 152
Innere Organisation . . . . . 154
b) Vorderhirn, Prosencephalon . . . . . 156
a) Zwischenhirn, Diencephalon . . . . . 157
Gröbere Bauverhältnisse . . . . . 157
Dritter Ventrikel, Ventriculus tertius . . . . . 158
Innere Organisation . . . . . 159
b) Endhirn, Telencephalon . . . . . 162
Gröbere Bauverhältnisse . . . . . 162
1. Stammteil des Endhirns . . . . . 162
2. Mantelteil des Endhirns . . . . . 164
Großhirnkommissuren und Fornix . . . . . 169
Seitenventrikel, Ventriculi laterales . . . . . 171
Innere Organisation des Endhirns . . . . . 172
Lokalisation der Großhirnrinde . . . . . 180
Kurze Übersicht der wichtigsten Leitungsbahnen . . . . 182
III. Gefäße des Gehirns . . . . . 184
IV. Hüllen des Zentralorganes, Meninges . . . . . 187
a) Harte Hirn- und Rückenmarkshaut, Dura mater . . . . 188
b) Weiche Hirn- und Rückenmarkshaut. Leptomeninx . . 190
Sachregister . . . . . 196

# Vorbemerkung.

Der Stoff, welcher in der vorliegenden Abteilung behandelt wird: Die Anatomie der Sinnesorgane und des Zentralnervensystems ist ein besonders umfangreicher. Um nicht zu breit zu werden, mußte deshalb die Darstellung bestrebt sein, sich so kurz zu fassen, wie es angängig ist; doch aber durfte natürlich nichts wegbleiben, was für das eindringende Verständnis des Ganzen, sowie für die Bedürfnisse des Studierenden und Arztes nötig ist. Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, diesen Forderungen gerecht zu werden.

Die Ausgabe erfolgt erheblich später, als es die Absicht des Autors und des Verlegers war. Wir glauben jedoch, deshalb einer besonderen Entschuldigung nicht zu bedürfen, da der Krieg, welcher so viele Arbeiten des Friedens hindert und stört, seinen Einfluß auch auf dieses Buch ausübt.

**Dr. Friedrich Merkel.**

# Haut, Sinnesorgane und nervöse Zentralorgane.

# Haut, Sinnesorgane und nervöse Zentralorgane.

## I. Äußere Haut. Integumentum commune.[1]

Die äußere Haut schließt den Körper gegen die Außenwelt ab und vermittelt den Verkehr des ersteren mit der letzteren. Aus dieser Tätigkeit erhellt ohne weiteres ihre große Wichtigkeit für den Gesamtorganismus und man versteht es, daß nicht bloß Erkrankungen, sondern schon eine mangelhafte Pflege der Haut die Gesundheit schädigende Folgen nach sich ziehen müssen.

Ihre Hauptfunktionen bestehen darin, daß sie 1. durch ihren Bau als widerstandskräftige Schutzdecke wirkt, daß sie 2. durch die in ihr vorhandenen Blutgefäße nebst dem in der Haut enthaltenen Pigment (Weidenreich 1912, R. F. Fuchs 1912) der Wärmeregulation dient, daß sie 3. zur Abgabe von Gasen, Wasser und Fett benützt wird, womit sie zum Stoffwechsel beiträgt, und daß sie 4. die Trägerin von wichtigen Sinnesorganen ist. Dazu kommt noch, daß die Haut auch Organe bildet, welche in der Tierreihe zu verschiedenen Zwecken benützt werden (zur Arbeitsleistung, zu Verteidigungs- und Angriffszwecken und dergl. mehr).

Die Haut gleicht eckige Formen der unter ihr liegenden Teile durch das in ihrer tiefsten Schichte liegende Fett je nach dessen Menge bald mehr, bald weniger aus. Nur an wenigen Stellen (Präputium, Vulva, Lobulus auriculae, Septum membranaceum nasi) bildet sie selbständige Falten ohne weiteren Inhalt.

### a) Äußere Besichtigung.

Die Oberfläche der Haut ist nicht glatt, sondern wird von größeren Falten und kleinen Fältchen durchzogen. Die ersteren findet man an der Streck- und Beugeseite der Gelenke. Sie besitzen eine konstante Lage und stellen wertvolle Wegweiser für die operative Chirurgie dar. An der Hohlhand findet man auch noch Falten, welche die Ballen abgrenzen (*24*), sie sind in ihren zahlreichen Varietäten äußerst genau von der Afterwissenschaft der Chiromantie studiert worden. Transitorische Falten entstehen durch die Kontraktion der an die Haut angehefteten Muskeln, sie stehen stets im rechten Winkel auf deren Längsrichtung. Man beobachtet sie besonders reichlich und typisch im Gesicht. Wenn in höherem Alter die Elastizität der Haut nachläßt, dann bleiben sie bei Bestand und geben nicht selten dem Gesicht ein charakteristisches Aussehen, welches je nach der stärkeren oder schwächeren Aus-

[1]) Cutis.

bildung bestimmter Faltengruppen auf die hauptsächlichen Stimmungen schließen läßt, welchen ihr Träger mit seinen Gesichtsmuskeln Ausdruck verleiht.

Die feinen Fältchen überziehen die Haut in netzartigem Verlauf mit unregelmäßigen rhombischen Maschen.

An der Volarseite der Finger und Zehen sowie an Hohlhand und Fußsohle sieht man Systeme parallel verlaufender Leisten der Hautoberfläche, welche durch Furchen voneinander getrennt werden. Sie verdanken ihre Entstehung reihenförmig gestellten Papillen (s. unten) und erhalten sich während des ganzen Lebens unverändert (*24*). Wenn sie sich auch im ganzen und großen überall gleich bleiben, so sind sie doch im einzelnen ganz besonders an den Fingerbeeren individuell so verschieden, daß ihr bald schlingen-, bald wirbelförmiger Verlauf an denselben forensisch für die Identifizierung der Persönlichkeit einen hohen Wert gewonnen hat (*25*).

Kleine Grübchen entstehen transitorisch durch die Zusammenziehung von Muskeln, welche in der Haut inserieren, an zwei Stellen findet man permanente Furchen, wo die Haut in der Mittellinie fester mit der Unterlage verbunden ist, im Sinus zwischen den beiden Mammae und in der Crena ani zwischen den beiden Nates. Zuweilen zeigt auch das Kinn in der Mittellinie eine solche Furche.

Die Farbe der Haut setzt sich zusammen aus der roten Farbe des in der Haut befindlichen Blutes, der braunen Farbe des Pigmentes und der milchweißen des Keratohyalins. (S. unten.) Je nachdem einer dieser Komponenten überwiegt, ändert sich die Hautfarbe ab. Auch bei den sog. „weißen" Rassen erscheinen Papilla und Areola mammae, sowie Hodensack, große Schamlippen und Umgebung der Afteröffnung mehr oder weniger braun, das Pigment kann auch bei ihnen der Haut im ganzen einen warmen bräunlichen Ton verleihen.

In höherem Alter pflegt die Haut einen gelblichen Ton anzunehmen.

Unter dem Einfluß des Lichtes bräunt sich auch eine sonst ganz helle Haut und es werden unbedeckte, der Sonne ausgesetzte Körperstellen dunkler. Jedermann weiß, daß Menschen, welche ihr Leben in geschlossenen, oft dämmerigen Räumen zubringen (chronisch Kranke, Gefangene, Insassen von Klöstern etc.), eine bleiche Gesichtsfarbe haben, während Leute, welche sich viel im Freien bewegen (Forstleute, Soldaten, Seeleute etc.) eine gebräunte Farbe besitzen. Nach dem Aufhören der Ursache verschwindet die Bräunung rasch.

Bei den farbigen Rassen ist, wie bekannt, die Farbe sehr verschieden, von hellem Gelb bis zum dunkelsten Schwarzbraun; sie kann einerseits mehr ins Rote, andererseits mehr ins Olivenfarbige spielen.

## b) Dicke und Festigkeit.

Die Haut ist dicker am Rücken als an der ventralen Seite des Rumpfes. Dick ist auch die behaarte Kopfhaut. An den Extremitäten ist sie dicker auf der Streckseite als auf der Beugeseite; nur Hand- und Fußrücken machen eine Ausnahme, sie sind mit einer verhältnismäßig dünnen Haut bedeckt. Am dünnsten ist die Haut an der Glans penis, auch an den übrigen männlichen und weiblichen Genitalien ist sie sehr dünn, ebenso an den Augenlidern, der Ohrmuschel, der Brustwarze und dem Warzenhof.

Bei Kindern unter sieben Jahren ist die Haut kaum halb so dick, wie bei Erwachsenen.

Die Haut besitzt eine bemerkenswerte Festigkeit, besonders in ihren dickeren Teilen. Sie leistet andringenden Gewalten, welche imstande sind, unter ihr liegende Muskeln, selbst Knochen zu zertrümmern (z. B. einem Hufschlag) nicht selten erfolgreichen Widerstand. Ein Streifchen Haut 10—12 mm breit und 3 mm dick ist imstande, ein Gewicht bis zu 12 Kilogramm zu tragen (Sappey). Man weiß ja auch, was das aus der Haut verfertigte Leder auszuhalten vermag.

## c) Bau.

Im embryonalen Leben entsteht die Haut aus zwei scharf gesonderten Abteilungen, deren eine dem Ektoblast, deren andere dem Mesoblast angehört. Die erstere bildet die Oberhaut, Epidermis, und ihre Anhangsgebilde (1. Abt. S. 238), die letztere die Lederhaut, Corium, nebst dem Subkutangewebe, Tela subcutanea. In der ersten Zeit der Entwickelung grenzen Epidermis und Corium mit ebenen Flächen aneinander, später senken sich von der Epidermis aus die Anlagen der Drüsen, Haare und Nägel in die Tiefe, während vom Corium ausgehende Papillen in die Epidermis aufsteigen.

### 1. Lederhaut, Corium [1].

Die eigentliche Grundlage und der formgebende Teil der Haut; ihr gehören die erwähnten, an der Hautoberfläche vorhandenen Falten und Fältchen an. Sie besteht aus Bindegewebsbündeln (*1*), welche von sehr zahlreichen elastischen Fasern durchzogen und netzartig umsponnen werden (*3*). Dieselben sind in den tieferen Schichten stark, in den oberflächlichen feiner. Die bedeutende Elastizität der elastischen, aber auch der kollagenen Fasern bewirkt es, daß die Haut auf die Unterlage einen Druck ausübt und ihr stets so glatt gespannt aufliegt, daß man bei kräftigen und mageren Personen das Relief der unterliegenden Teile, besonders der Muskeln, deutlich erkennt.

Die Bindegewebsbündel und die sie begleitenden elastischen Fasern sind strohmattenartig durchflochten und verlaufen zum größten Teil flächenhaft, besonders dort, wo ihre topographische Lage häufige Dehnungen mit sich bringt (z. B. an den Gelenken), während an Stellen, welche einem Druck ausgesetzt sind (Fußsohle, Fingerballen) auch viele senkrecht aufsteigende Bündel zu finden sind (*1*). An der Wangenhaut ist eine sehr reiche Ausbildung der elastischen Fasern zu finden (Schiefferdecker 1913). Bei Kontinuitätstrennungen zieht sich die Haut ihrer großen Elastizität wegen in der Richtung der größten Spannung zurück. Der im Verhältnis regelmäßige Verlauf der Bündel erlaubt es, die Haut in bestimmter Richtung zu spalten. Der Spaltrichtung folgend werden Löcher, welche mit einem runden Instrument in die Haut eingestochen sind, sogleich länglich (*26*).

Gegen die Epidermis wird das Corium durch eine sehr feine Basalhaut abgegrenzt. Die von der ersten Abteilung des Buches her bekannten Zellen des Bindegewebes sind auch in der Haut vorhanden, und zwar in verschiedenen Gegenden in verschiedener Menge.

Glatte Muskelzellen stehen meist zu den Haarbälgen in Beziehung (s. unten). Doch findet Häggqvist (1913) inmitten des Coriums auch horizontal verlaufende Bündel, welche mit solchen nicht in Verbindung stehen. In der Haut des Hodensackes, des Penis und im Warzenhof findet man zahlreiche glatte Muskeln in flächenhafter Ausbreitung; dort rücken sie jedoch in das Subkutangewebe hinab.

[1] Cutis im engeren Sinn. Derma.

In den tieferen Schichten des Corium finden sich bei Kindern in der Sakralgegend zuweilen Anhäufungen von unregelmäßig geformten Pigmentzellen, welche der Stelle eine blaue Färbung verleihen. Sie sind unter dem Namen „Mongolenfleck" bekannt, da sie bei den asiatischen Rassen sehr häufig beobachtet werden. Bei den weißen Rassen sind sie seltener, werden aber doch, besonders bei brünetten Kindern, auch gelegentlich gefunden. In der Regel verschwindet der Fleck um das 4.—7. Lebensjahr, kann aber ausnahmsweise sich erhalten. Solche Flecken können auch an anderen Körperstellen vorkommen, jedoch fast niemals an der ventralen Seite des Rumpfes und an der Beugeseite der Extremitäten.

Die Elastizität und Dehnbarkeit der Haut ist in seltenen Fällen eine übermäßig große, so daß z. B. die Haut des Halses über das ganze Gesicht hinaufgezogen werden kann, oder daß sich die Haut der Hohlhand in einer Falte aufheben läßt. Eine Untersuchung der Haut solcher Leute hat keine Ursache dieser merkwürdigen Eigenschaft erkennen lassen.

Wird die Haut überdehnt, dann kehren ihre Bündel nicht mehr in die ursprüngliche Lage zurück und es entstehen durch deren Auseinanderweichen wie Narben aussehende Stellen (z. B. Schwangerschaftsnarben).

Von der äußeren Oberfläche des Corium erheben sich Papillen (*1*). Mit dem äußeren feinfaserigen Teil des Corium, von welchem sie ausgehen, faßt man sie unter dem Namen Papillarkörper, Corpus papillare [1]), zusammen. Die Papillen sind an den verschiedenen Stellen der Haut von verschiedener Länge (30—300 $\mu$) und auch von verschiedener Form. An den meisten Stellen des Körpers sind sie leistenförmig, an Hohlhand und Fußsohle kegelförmig, am Lippensaum fadenförmig. Bei Dehnung der Haut werden sie niederer. Nur wenige Stellen sind papillenlos, und zwar die Stirne, die Ohrmuschel, der Damm, Teile des Hodensackes und der Achselhöhle (Blaschko 1887). Sie bestehen aus einem Geflecht von feinem, fibrillärem Bindegewebe, welches sich aus dem gleichen der äußeren Coriumschichte fortsetzt. Elastische Netze, welche in die Papillen aufsteigen (*3*), sind ebenfalls fein, man findet sie nur nahe der Oberfläche, während das Zentrum von ihnen frei bleibt. Die Mehrzahl der Papillen enthält je eine Kapillarschlinge (*2*), dazu bestimmt, der gefäßlosen Epidermis Nahrungssaft zuzuführen und ihre Stoffwechselprodukte aufzunehmen. Außerdem dient sie der Wärmeregulation, indem sie die Wärme des in ihr enthaltenen Blutes an die den Körper umgebende Luft abgibt.

An den Händen und Füßen enthalten manche Papillen statt der Gefäßschlingen Nervenendorgane, die Tastkörperchen, von welchen unten mehr zu sagen sein wird. Man unterscheidet deshalb Gefäßpapillen und Tastpapillen voneinander.

## 2. Unterhautbindegewebe, Tela subcutanea [2]).

An der Innengrenze des Coriums hört die enge Verfilzung der Faserbündel auf und ihr Zusammenhang lockert sich. Damit hat das Subkutangewebe begonnen (*1*). Eine bestimmte Grenze zwischen Corium und Subkutangewebe besteht somit nicht. In den Maschen zwischen den Faserbündeln pflegen Fettzellengruppen aufzutreten und man spricht dann von einer Fetthaut, Panniculus adiposus [3]). An manchen Stellen (Wangen, Bauchdecken, Gesäß) häuft sich das Fett leicht und stark an, an anderen Stellen ist es von ziemlich konstanter Mächtigkeit (Fußsohle, Hohlhand, Kopfschwarte). Wieder andere Stellen nehmen nur wenig oder gar kein Fett auf (Hodensack, Penis, Clitoris, kleine Schamlippen, Augenlider, Nasenspitze, Ohrmuschel). Das Fett verschwindet bei der Abmagerung mit demselben Grad der Leichtigkeit, mit welchem es gekommen war. An einzelnen Stellen bleibt das Fett unter allen Um-

[1]) Stratum papillare.
[2]) Subcutis.
[3]) Pannus, Tuchlappen, adeps, Fett.

ständen erhalten, doch gehören dieselben nicht eigentlich dem Unterhautbindegewebe an, es sind dies die Fettkörper der Augenhöhle, der Wange und der Kniekehle.

Das Subkutanfett gleicht Unebenheiten der Unterlage aus (S. 3) und stellt dadurch eine glatte Hautfläche her. Es spielt, wie das Fett überhaupt, eine wichtige Rolle beim Stoffwechsel.

Über weite Strecken der Haut hin verdichten sich die Septa, welche das Fett in einzelne Läppchen zerlegen, in der Mitte des Subkutangewebes zu einer der Oberfläche parallel verlaufenden unvollständigen Scheidewand, welche das Fett in zwei Schichten zerlegt (Spalteholz 1893). An dem behaarten Teil des Kopfes, an Handteller und Fußsohle heften die Septa das Corium fest an die unterliegenden Aponeurosen. Auch an anderen typischen Stellen (z. B. am Rücken, in der Nähe der Gelenke) wird die Haut durch einzelne festere und straffere Züge des Subkutangewebes (Retinacula cutis) mit der Unterlage soweit verbunden, daß sie sich nicht über größere Strecken hin verschieben kann. Von der Spitze des Steißbeines geht ein bandartiger Streifen (Ligamentum caudale)[1]) zur Haut, der letzte Rest des Schwanzrudimentes. Er zieht die Haut oft grubenförmig ein (Foveola coccygea).

Verdichtet sich das Unterhautfettgewebe an seiner der Unterlage aufliegenden Seite wieder zu einer fettlosen Lamelle, dann nennt man dieselbe Hautfascie, Fascia subcutanea.

An solchen Stellen, an welchen die Haut über ausladende Knochenvorsprünge wegzieht, entstehen im Subkutangewebe spaltförmige Hohlräume (Bursae mucosae subcutaneae), welche mit einer geringen Menge schleimiger Flüssigkeit gefüllt sind. Sie wirken nach Art von Wasserkissen, indem sie einen auf die Haut ausgeübten Druck unschädlich machen. An Stellen, an welchen sie fehlen, kann ein dauernder Druck Gangrän der Haut verursachen (Decubitus). Die subkutanen Schleimbeutel wurden in der dritten Abteilung des Buches zugleich mit den tiefer liegenden an ihrer Stelle aufgeführt und abgebildet.

### 3. Oberhaut, Epidermis[2]).

Sie bildet die der Außenwelt zugewandte Oberfläche der Haut und überzieht das Corium mit einer schützenden Decke, welche dem Eindringen pathogener Organismen und anderer Schädlichkeiten erfolgreichen Widerstand leistet. Sie behält stets den ursprünglichen rein zelligen Charakter bei (MH).

An Stellen, an welchen sie dicker ist (Hohlhand, Fußsohle), besteht sie aus drei Schichten, dem Stratum germinativum, intermedium und corneum (*4*).

Die Keimschichte, Stratum germinativum[3]), setzt sich aus einer Anzahl von Zellenlagen zusammen, von welchen die innerste, auf dem Corium ruhende, aus kurzen Zylindern mit länglichem Kern besteht[4]). Ihre Basis ist oft mit kleinen Zähnchen besetzt, welche in entsprechende Vertiefungen des Coriums eingreifen, wodurch die Festigkeit der Verbindung erhöht wird. Auf sie folgen mehrere Lagen polyedrischer Zellen[5]), in deren Zellen Fasersysteme vorhanden sind. Dieselben gehen in Fäden aus, welche die Oberfläche überschreiten und sich mit den gleichen Fäden benachbarter Zellen verbinden (Interzellularbrücken, 1. Abt. S. 29, 33).

[1]) Ligamentum apicis coccygis.
[2]) *ἐπί* darauf, *δέρμα* Haut.
[3]) Stratum Malpighii, Rete Malpighii, Stratum mucosum.
[4]) Stratum cylindricum.
[5]) Stratum spinosum.

Sie haben die mechanische Bedeutung von Trajektorien. Die zwischen ihnen befindlichen Interzellularlücken dienen der Säftezirkulation. Als Keimschichte hat man das Stratum germinativum deshalb anzusehen, weil man in den lebenskräftigen Zellen mitotischen Teilungen begegnet.

Die Zwischenschichte, Stratum intermedium, schließt sich an das Stratum germinativum an. Sie zerfällt in zwei Unterabteilungen von verschiedener Struktur und Bedeutung, das Stratum granulosum und Stratum lucidum (*4*).

Das Stratum granulosum ist nur wenige Zellenlagen stark; die Zellen haben sich abgeflacht und besitzen die Gestalt einer bikonvexen Linse, der Kern ist verkleinert, etwas geschrumpft und weniger lebenskräftig, als in den Zellen der Keimschichte. Die Interzellularbrücken sind kürzer geworden, die Interzellularlücken enger. Das wesentlichste Merkmal der Zellen ist das Vorhandensein von zahlreichen Körnern, welche im Zellprotoplasma entstanden sind. Ihre Substanz bezeichnet man als Keratohyalin (Waldeyer). Sie erscheinen in auffallendem Licht milchweiß, in durchfallendem dunkel. In vielen basischen Farbstoffen färben sie sich lebhaft. Das Erscheinen der Körnchen geht mit dem Beginn der Verhornung einher, ohne daß sie sich jedoch selbst in Hornsubstanz umwandeln.

Die wirkliche Verhornung geht vielmehr in der nächsten Schichte vor sich, dem Stratum lucidum, so genannt, weil sie auf Durchschnitten der Epidermis einen glänzenden Streifen bildet. Sie ist ebenfalls nur wenige Zellenlagen stark. Die Körnchen des Stratum granulosum sind zu einer stark lichtbrechenden homogenen Masse zusammengeflossen und haben sich zu einer Substanz umgebildet (Eleidin, Ranvier), welche sich chemisch von den Keratohyalinkörnern unterscheidet. Sie zeigt Affinität zu saueren Farbstoffen. Die Zellen grenzen sich wenig deutlich gegeneinander ab, die Kerne sind verschwunden.

Das Stratum corneum, welches den Abschluß der Epidermis nach außen bildet, kann aus einer ganz erheblichen Anzahl von Lagen bestehen. Die Zellen sind zu platten Schüppchen geworden, deren peripherische Schichte sich zu echter Hornsubstanz (Keratin) umgewandelt hat. Der Inhalt ist vertrocknet, statt des verschwundenen Kernes kann eine leere Höhle vorhanden sein. Die Interzellularlücken sind nicht mehr vorhanden, die Ernährung hat aufgehört und die völlig abgestorbenen Zellen werden endlich an der Oberfläche der Epidermis abgestoßen, um durch Nachschub vom Stratum germinativum aus ersetzt zu werden.

Die Hornschichte hat als die eigentliche Oberflächenschichte die von der Außenwelt kommenden Angriffe zunächst aufzunehmen und abzuwehren. Sie widersetzt sich der Austrocknung der tieferen Teile der Haut, setzt dem Eindringen pathogener Organismen erheblichen Widerstand entgegen (S. 3), bewahrt als schlechter Wärme- und Elektrizitätsleiter und durch ihre Widerstandskraft gegen chemische Einwirkungen die Haut vor mannigfaltigen Schädigungen.

Ist die Epidermis dünner, dann reduzieren sich die zwischen Stratum germinativum und Stratum corneum eingeschobenen Schichten. Das Stratum granulosum wird dünn, ist selbst stellenweise unterbrochen und das Stratum lucidum fehlt ganz. An besonders dünnen Stellen wird der Übergang durch eine einzige Lage abgeplatteter Zellen vermittelt.

Im Cytoplasma der Zellen in den tiefsten Schichten der Epidermis findet man mit Ausnahme der Hohlhand und Fußsohle Pigmentkörnchen eingelagert. Bei den weißen Rassen sind sie im allgemeinen spärlich, nur an dunklen Stellen der Haut (Brustwarze, äußere Genitalien) (S. 4) sind sie in größerer Zahl vorhanden. Bei den

farbigen Rassen ist die Menge der Pigmentkörnchen allenthalben eine größere, bei den dunklen selbst eine sehr große. Sie werden offenbar durch die Lebenstätigkeit der Zellen selbst gebildet (Meirowsky 1906) und gehen bei den weißen Rassen während des Verhornungsprozesses wieder verloren, so daß die Zellen der Hornschichte kein Pigment mehr enthalten.

Neugeborene Kinder farbiger Rassen besitzen in ihrer Epidermis gar kein oder nur wenig Pigment. Dasselbe erscheint aber kurze Zeit nach der Geburt und verbreitet sich von typischen Stellen aus rasch über den ganzen Körper. Hohlhand und Fußsohle bleiben auch bei farbigen Rassen stets ungefärbt.

Manchen Individuen sowohl der weißen wie der farbigen Rassen geht die Fähigkeit in der Epidermis, wie auch im ganzen übrigen Körper, Pigment zu erzeugen, vollständig ab (Albinismus). Albinismus kann auch partiell vorkommen.

Das gegenseitige Verhältnis von Epidermis und Corium ist so, daß an den meisten Stellen des Körpers die Epidermis mit glatter Oberfläche die Unterlage überzieht, sie ist daher über den Spitzen der Papillen dünner, manchmal weit dünner, als in den Tälern zwischen denselben. Nur an wenigen Stellen (Corona glandis, Areola mammae) behält die Epidermis zwischen und über den Papillen die gleiche Mächtigkeit, so daß auch an der unversehrten Haut die Papillen zu sehen sind. Am eigenartigsten ist das Verhältnis an der volaren Seite der Hand und der plantaren des Fußes. Dort stehen immer zwei Reihen von Papillen, wie die Bäume einer Allee, nebeneinander, über welche hin die Epidermis jedesmal einen glatten Wall bildet, während sie zwischen den Papillenreihen einsinkt. Es entstehen dadurch die oben (S. 4) erwähnten Leisten und Furchen der Hautoberfläche.

Im allgemeinen gehen Epidermis und Corium in ihrer Dicke parallel miteinander, nur an den Stellen, welche habituell durch Reibung oder Druck stärker gereizt werden, wird die Epidermis hypertrophisch und verdickt sich; dies ist besonders an der Fußsohle der Fall, bei Handarbeitern auch an der Hohlhand. Bei manchen Hantierungen verdickt sich die Epidermis durch den dauernden Reiz an sonst unbeteiligten Stellen zu Schwielen, so sei nur daran erinnert, daß bei Violin- und Zitherspielern die Fingerspitzen Schwielen zeigen, daß bei Schreibern oft an der radialen Seite des Nagelgliedes des Mittelfingers der rechten Hand eine Schwiele zu finden ist. Tischler, Drechsler, Schuhmacher und zahlreiche andere Gewerbe haben so charakteristische Schwielen, daß man ohne weiteres aus ihnen auf die tägliche Beschäftigung schließen kann.

Der Vorgang der Schwielenbildung ist der folgende. Der oft und dauernd wirkende mechanische Reiz veranlaßt einen stärkeren Blutzufluß zum Corium, welcher wieder in die Interzellularlücken des Stratum germinativum der Epidermis eine größere Menge von Ernährungsflüssigkeit zuströmen läßt. Die Zellteilung und die darauf folgende Produktion von Hornsubstanz wird lebhafter.

Wird der Reiz ein zu starker, wie es geschieht, wenn z. B. eine Hand, die es nicht gewöhnt ist, intensiv turnt oder rudert, oder wenn ein Fuß in einem schlecht sitzenden Stiefel lange marschiert, dann können die Interzellularlücken die profus zuströmende Ernährungsflüssigkeit nicht bewältigen, die Interzellularbrücken zerreißen und das Transsudat hebt das Stratum corneum in Form einer Blase ab. Auch andere Reize, welche eine sehr starke Hyperämie der Haut veranlassen, können Blasen erzeugen, so thermische (Brandblasen), chemische (blasenziehende Mittel).

## d) Anhangsgebilde der Epidermis.

### 1. Knäueldrüsen, Glandulae glomiformes.

Die Knäueldrüsen, auch Schweißdrüsen, Glandulae sudoriferae, genannt, entstehen als solide kolbenförmige Einstülpungen der Epidermis vom Ende des 4. Fetalmonats ab. Vom 6. Monat ab bekommen sie eine Lichtung.

In ausgebildetem Zustand stellen sie einen einfachen, sehr langen Drüsenschlauch dar, nur in den Achseldrüsen findet man ihn zuweilen geteilt. Sein Ende knäuelt sich zu einem Drüsenkörper auf (*6*), welcher in den tieferen Schichten des Coriums oder in den Septen des Subkutanfettes liegt. Der Ausführungsgang, welcher schon im Knäuel beginnt, zieht von ihm aus leicht geschlängelt durch das Corium aufwärts und erreicht die Epidermis immer zwischen den Papillen, niemals auf deren Spitze. Durch die Oberhaut verläuft er rechtsspiralig gewunden, um mit einem Porus sudoriferus an der Oberfläche zu münden (*5*). Derselbe ist trichterförmig erweitert und ist deshalb eben noch mit bloßem Auge zu sehen.

Die Knäueldrüsen fehlen gänzlich nur am roten Lippenrand, auf der Glans penis und an der Innenseite des Präputium, sonst sind sie über den ganzen Körper hin verbreitet. An der ventralen Seite des Körpers sind sie zahlreicher als an der dorsalen, an der oberen Extremität reichlicher als an der unteren. Vielfach stehen ihrer drei bis vier in einer Gruppe näher zusammen; zwischen den Gruppen bleiben Lücken bis zu 1 mm Breite. Am zahlreichsten sind sie am Handteller und an der Fußsohle, wo sie reihenförmig angeordnet sind und auf der Höhe der oben beschriebenen Epidermisleisten zwischen den Papillenreihen mit deutlich sichtbaren, in regelmäßigen Abständen stehenden Poren münden. In der Umgebung der Afteröffnung stehen sie in einer einfachen, kreisförmig geordneten Reihe, man nennt sie dort Glandulae circumanales.

Die Farbe der Knäuel ist gelblich bis bräunlich.

Die Größe der Knäueldrüsen wechselt stark nach der Örtlichkeit, meist beträgt ihr Durchmesser 0,3—0,5 mm, doch kann er bis zu 0,06 mm sinken, bis zu 7 mm (Achselhöhle) steigen.

Bau. Geht man von dem trichterförmig erweiterten Porus sudoriferus aus, dann gelangt man in einen Kanal, welcher ohne eigene Wand zwischen den angrenzenden Zellen der Epidermis verläuft. Im Corium wird seine Auskleidung von der tiefsten Schichte des Stratum germinativum geliefert, welche den Ausführungsgang in doppelter Lage überzieht. Gegen das Lumen bildet eine feine Cuticula die Grenze.

Im Knäuel angelangt erweitert sich der Gang, und die innere Zellschichte wandelt sich zu kubischen bis zylindrischen Zellen um, welche mit hellerem Kern und hellerem Protoplasma ausgestattet sind (*7*). In letzterem findet man kleine Fetttröpfchen, nicht selten auch Pigmentkörnchen. Die Cuticula ist deutlich, zwischen den Zellen treten Sekretkapillaren auf. Die äußere Schichte der Zellen des Ausführungsganges wandelt sich in langgestreckte spindelförmige Zellen um, welche man als glatte Muskelfasern ansieht (*8*). Sie sind also, anders wie die glatten Muskelfasern im übrigen, ektodermaler Herkunft.

Im Ausführungsgang und im Knäuel ruhen die Zellen auf einer feinen Basalmembran und einer dünnen fibrillären Membrana propria.

Das Sekret der Knäueldrüsen ist unter gewöhnlichen Umständen eine geringe Menge fettiger Flüssigkeit, welche im Verein mit dem Sekret der Talgdrüsen die Oberfläche der Epidermis einölt. Schweiß liefern die Drüsen nur unter dem Einfluß besonderer Erregung, welche vom Nervensystem ausgeht.

Schweiß, Sudor. Er enthält Wasser, Harnstoff, Cholesterin, Fette und Fettsäuren. Die letzteren bewirken den charakteristischen Geruch des Schweißes.

Besonders modifizierte Knäueldrüsen. Die Achseldrüsen (*8*) zeichnen sich dadurch aus, daß sie ein besonders weites Lumen haben. Zwischen ihnen findet

man Schweißdrüsen gewöhnlicher Art. Die an den Lidrändern befindlichen Knäueldrüsen, Glandulae ciliares (Molli[1]) (*35*), besitzen einen Drüsenkörper, welcher nur aus wenigen Windungen besteht.

Die sehr zahlreichen, im äußeren Gehörgang stehenden Ohrenschmalzdrüsen, Glandulae ceruminosae (*74*), haben einen etwas lockerer gefügten Knäuel als die übrigen Knäueldrüsen. Sie sezernieren niemals Schweiß, sondern immer ein eigentümlich gelbes, bitter schmeckendes Fett (Cerumen).

## 2. Haare und Talgdrüsen.

Haare und Talgdrüsen gehören ihrer Entwickelung nach zusammen, auch ist die Funktion der Talgdrüsen enge an die Haare geknüpft, wenn auch Fälle vorkommen, in welchen sie sich von den Haaren mehr oder weniger emanzipieren.

### α) Haare, Pili.

Die ganze Hautoberfläche ist behaart mit Ausnahme der volaren Seite der Hand und der Finger, der plantaren des Fußes und der Zehen, der lateralen Hälfte des Fußrückens (Friedenthal 1908), des roten Lippenrandes, der Brustwarze, der Glans penis, der inneren Fläche des Präputiums und der Labia minora des weiblichen Geschlechtsapparates.

Die Länge der Haare ist regionär verschieden; man kann sie als Langhaare, Kurzhaare und Wollhaare[2]) unterscheiden. Unter den ersteren sind die längsten die Kopfhaare, Capilli; kürzer sind die Barthaare, Barba, und die Schamhaare, Pubes, sodann die Achselhaare, Hirci. Die Kurzhaare sind die Brauenhaare, Supercilia, die Augenwimpern, Cilia, die Nasenhaare, Vibrissae, die Ohrhaare, Tragi. Die feineren Härchen, welche auf dem nach dem gemeinen Sprachgebrauch unbehaarten Körperstellen stehen, sind die Flaum- oder Wollhaare, Lanugo.

Auch individuell sind große Verschiedenheiten der Haarlänge zu verzeichnen. Die Länge der Kopfhaare läßt sich nach den bei allen Kulturnationen herrschenden Sitten nur beim weiblichen Geschlecht bestimmen. Sie beträgt durchschnittlich etwa einen halben bis dreiviertel Meter, doch kann sie erheblich unter dieser Zahl bleiben oder über sie hinausgehen. Die Länge der Barthaare ist ebenfalls sehr wechselnd, ebenso die der übrigen Langhaare. Auch die Kurzhaare sind individuell verschieden lang; man weiß, daß z. B. ein Mensch lange, ein anderer kurze Wimpern hat. Die Wollhaare sind normalerweise immer sehr kurz.

Die Dicke der Haare ist, wie die Länge, örtlich und individuell verschieden. Die dicksten sind die Scham- und Barthaare, dann folgen die Achselhaare, die dickeren Nasenhaare, die Kopf-, Augenbrauen-, Wimperhaare. Die allerdünnsten sind die Flaumhaare (Eble 1831). Der Schaft der Kurzhaare verdünnt sich regelmäßig gegen die Wurzel hin. Unter den Haaren desselben Kopfes herrschen große Differenzen. Die dunklen Haare sind in der Regel stärker als die hellen (Henle 1873).

Die Farbe der Haare wechselt, wie bekannt, individuell in weiten Grenzen, vom hellsten Blond einerseits bis zum dunkelsten Schwarz, andererseits bis zum leuchtenden Rot. Die Wollhaare sind, wenn sie ganz klein sind, meist ganz ungefärbt, werden sie länger, dann färben sie sich.

[1]) Mollsche Drüsen.
[2]) Flaumhaare.

Die Form der Haare ist verschieden. Die einen zeigen einen kreisrunden Querschnitt, die anderen einen ovalen oder nierenförmigen oder dreiseitigen oder vierseitigen mit abgerundeten Ecken. Kreisrund pflegen die Lanugohaare zu sein, andere Querschnitte findet man häufig bei den Langhaaren.

Die Zahl der Haare auf der behaarten Kopfhaut wird mit 80 000, am übrigen Körper mit 20 000 angegeben (Vierordt 1888).

Die Einpflanzung der Haare und im Anschluß daran ihre Richtung ist nur an wenigen Stellen eine senkrechte, meist stehen sie schief, und zwar so, daß sie regelmäßige Liniensysteme bilden (Haarströme, Flumina pilorum), welche bei allen Individuen die gleichen sind (*27*). Nach der Meinung von Schwalbe (1911) wird in der Säugetierreihe die Richtung der Haare durch die Bewegungen des Rumpfes und der Extremitäten bedingt und ist als solche erblich geworden. Die Ströme der menschlichen Haare gehen entweder divergierend von Wirbeln (Vortices) aus (Scheitel, medialer Augenwinkel, Eingang des Ohres, Achselhöhle, Leistenfalte), oder sie wenden sich konvergierend solchen zu (Steißbein, Olecranon) (Voigt 1857).

Das Haarkleid steht in Zusammenhang mit dem Schuppenkleid gewisser Säugetiere. Bei solchen stehen die spärlichen Haare immer vor der höchsten Konvexität der Schuppen in einer kleinen Gruppe von drei oder fünf Haaren. Solche alternierende Gruppen sind auch beim Menschen vorhanden (Stöhr 1907), wenn sich auch im Lauf des extrauterinen Lebens die Regelmäßigkeit vielfach verwischt zeigt. (Vergl. *11*.)

Altersunterschiede. In der ersten Abteilung (S. 238) war schon erwähnt worden, daß drei aufeinander folgende Haargenerationen zu beobachten sind. Die erste bildet einen zarten gleichmäßigen Pelz über den ganzen Körper. Sie verschwindet noch während des Fetallebens und macht einer zweiten Platz, in welcher der Unterschied zwischen Kopf- und Körperhaaren hervortritt. Nach der Geburt tritt endlich eine dritte Generation auf, und man weiß ja, daß sehr oft die Kopfhaare des Neugeborenen eine ganz andere Farbe haben, wie die später erscheinenden. Bei Kindern sind die Haare feiner als bei Erwachsenen. Bei hellhaarigen Personen dunkeln sie in späteren Jahren sehr oft nach. Im höheren Alter nimmt die Länge der Kopfhaare nicht selten ab, während die der Kurzhaare an Augenbrauen, Ohr- und Nasenöffnung wächst. Auch die Flaumhaare verschiedener Stellen (z. B. Fingerrücken) können länger werden. Im Greisenalter werden die Haare normalerweise entfärbt (Canities). Die ersten weißen Haare pflegen an den Schläfen aufzutreten. Graue Haare sind in der Regel nur eine Mischung von weißen und gefärbten Haaren (s. unten). Die Bildung einer Glatze (Alopecia) ist vielleicht immer als eine pathologische Erscheinung aufzufassen.

Geschlechtsunterschiede. Die weiblichen Kopfhaare sind in der Regel etwas stärker als die männlichen. Nach den Erfahrungen bei Völkerschaften, bei welchen auch die Männer ihre Haare unverschnitten tragen, sind die Kopfhaare bei beiden Geschlechtern im allgemeinen gleichlang. Nach der Pubertät verkürzt sich jedoch das männliche und verlängert sich das weibliche Kopfhaar (Friedenthal 1908). Dem weiblichen Geschlecht fehlt der Bart, er sproßt aber nicht selten nach dem Aufhören der Geschlechtstätigkeit mehr oder weniger.

Rassenverschiedenheiten. Das Kopfhaar zeigt in seiner ganzen Erscheinung bei den einzelnen Rassen so erhebliche Verschiedenheiten, daß man sie als einen wesentlichen Rassencharakter ansehen kann; man hat sie sogar von manchen Seiten als besonders wichtigen Einteilungsgrund benützen wollen. Man unterscheidet folgende Formen: 1. gerade, a) straff, b) schlicht; 2. wellig, a) flachwellig, b) engwellig, c) lockig; 3. gekräuselt, a) lockenkraus, b) dichtkraus, c) engspiralig (E. Fischer 1913). Der Bart und die übrigen Langhaare wechseln bei den verschiedenen Rassen erheblich in ihrer Ausbildung.

Varietäten. Zuweilen erhält sich das fetale Lanugokleid und wächst zu längeren Haaren aus (Hypertrichosis lanuginosa). Auch das Haar des endgültigen Haarkleides kann, meist nur stellenweise, exzessiv lang werden (Hypertrichosis vera). Nicht selten ist Hypertrichosis mit Anomalien der Entwickelung des Zahnsystems verbunden. Bei Frauen kann es zur richtigen Bartentwickelung kommen. Andererseits kann die Bildung der definitiven Haargeneration ganz

ausbleiben (Hypotrichosis). Der männliche Bart kann sich sehr schwach, selbst gar nicht ausbilden. Bei Kastraten bleibt die Bartbildung aus. Albinotische Personen haben farblose (weiße) Haare.

Bau der Haare. An jedem Haar unterscheidet man einen Haarschaft, Scapus, den frei aus der Hautoberfläche austretenden Teil, und einen Haarbalg, Folliculus pili, die Tasche, welche den in der Haut selbst liegenden Teil des Haares beherbergt. An dem Grunde des Haarbalges geht der Haarschaft aus der Haarwurzel, Radix pili, hervor, welche die Haarpapille, Papilla pili, kelchartig umfaßt. Papille und Wurzel werden unter dem gemeinsamen Namen Haarzwiebel, Bulbus pili, zusammengefaßt (*9*).

Die ersten Haare werden im vierten Fetalmonat an der Brauengegend, der Oberlippe und dem Kinn sichtbar, ihre Anfänge liegen aber einen Monat weiter zurück. Allmählich verbreitet sich das Haarkleid über den ganzen Körper. Die Haare entstehen, ganz ähnlich den Knäueldrüsen, als zapfenförmige Fortsätze der Epidermis, welche in die Tiefe wachsen (1. Abt. S. 238). Ihr unteres Ende wird durch die entstehende Haarpapille wie ein Flaschenboden wieder eingedrückt. Dann verlängern sich die in der Achse der Anlage liegenden Zellen von der Papille aus und bilden die kegelförmige Anlage des Haares, während die peripherischen Zellschichten ihre ursprüngliche Anordnung beibehalten. Das Haar wächst in die Länge und bricht schließlich durch die Oberfläche der Epidermis nach außen durch. Eine schon frühzeitig erscheinende seitliche Ausbuchtung der Anlage bildet in der Folge die Talgdrüse.

Eine zweite unter ihr gelegene Anschwellung der Wurzelscheide wird von Stieda (1910) als Anlage einer zweiten Haargeneration gedeutet.

Das Bindegewebe, welches die Haaranlage umgibt, ist schon von Anfang an sehr kernreich, es wandelt sich zum bindegewebigen Haarbalg um.

Die Bildung aller Haarbälge, der großen und der kleinen, vor und nach der Geburt, geht stets in der gleichen Weise vor sich.

Bei Erwachsenen ist der Haarbalg eines fertigen kleinen Haares ganz im Corium enthalten, der eines großen ragt noch in das Unterhautbindegewebe hinein.

Der bindegewebige Haarbalg (*11—14*) besteht aus einer äußeren längsfaserigen und einer inneren ringfaserigen Schichte. Die längsfaserige Schichte enthält elastische Fasern, beide Schichten enthalten zahlreiche Gefäße und Nerven. Gegen die epithelialen Wurzelscheiden wird er abgegrenzt durch eine Glashaut von wechselnder Dicke (*13*); bald bildet sie auf dem Durchschnitt ein starkes helles Band, bald ist sie kaum nachzuweisen. Sie vereinigt sich mit einer anderen homogenen Schichte, welche nach Art einer Cuticula vom Epithel der Wurzelscheide ausgeschieden wird (Stöhr 1903) und welche zwischen die Zellen der tiefsten Schichte des Epithels mit feinen Leistchen eingreift.

Die epithelialen Wurzelscheiden sind Fortsetzungen der Epidermis. Dieselbe erhält sich unverändert mit Stratum germinativum, intermedium und corneum im oberen Teil des Haarbalges. Unterhalb der Einmündung der Talgdrüse ändert sich die Sache. Das Stratum germinativum freilich erstreckt sich bis zum Grund des Haarbalges herab, man bezeichnet es als äußere Wurzelscheide (*11*). Ihre Zellen lassen, wie in der Epidermis, eine die ganze Schichte durchziehende Faserstruktur erkennen, ebenso auch Kernteilungsfiguren, welche besonders in den unteren, der Haarwurzel zunächst liegenden Teilen häufig sind (*13*). Die Schichte verdünnt sich nach unten mehr und mehr, bis sie endlich in einen Zellenwulst übergeht, welcher den unteren Teil der Papille umgibt (*11*). Von ihm aus entsteht dann die innere Wurzel-

scheide. Von der Hälfte der Höhe der Papille aus schieben sich Zellschichten zwischen äußerer Wurzelscheide und Haar in die Höhe, welche sich in ihrem ersten Anfang noch wenig von der Umgebung unterscheiden, aber sehr bald zu drei scharf getrennten Lagen werden. Die der äußeren Wurzelscheide anliegende nennt man die Henlesche Schichte (*11*). Sie besteht aus einer einfachen oder doppelten Lage von Zellen, welche bald fast sämtlich ihre Kerne verlieren. Auf sie folgt eine einfache Lage von Zellen, deren Kerne sich erhalten, die Huxleysche Schichte (*11*). Beide Schichten enthalten größere und kleinere Schollen von Keratohyalin, welche in den Zellen der Henleschen Schichte zuerst auftreten. Weiter nach dem Ausgang des Haarbalges hin verschwindet das Keratohyalin wieder und die beiden Schichten sind nunmehr verhornt. Das Keratohyalin der Zellen der Wurzelscheide weicht in seiner chemischen Beschaffenheit und in seinem Verhalten gegen manche Farbstoffe von dem Keratohyalin der Epidermis ab (H. Rabl 1902). Die innerste, dem Haarschaft zunächst liegende Schichte ist die Scheidencuticula, Cuticula vaginae (*13*). Sie stellt ein Oberhäutchen platter Hornschuppen dar, welche von oben nach unten dachziegelförmig aufeinanderliegen.

Die Haarzwiebel besteht, wie gesagt, aus der Haarpapille und der Haarwurzel. Die Papille ist die direkte Fortsetzung des bindegewebigen Haarbalges. Sie ist an ihrem Beginn eingeschnürt (Hals der Haarpapille) und spitzt sich an ihrem Ende zu. Ihrer Bedeutung und ihrem Bau nach ist sie mit den anderen Papillen des Coriums identisch (*11*).

Die Haarwurzel schließt sich direkt an den Epithelwulst an, welcher den Hals der Papille umgibt; bei weißen oder pigmentarmen Haaren kann man eine Grenze zwischen beiden nicht wahrnehmen, bei pigmentreichen aber bildet die ziemlich unvermittelt auftretende Pigmenthaltigkeit der Zellen eine solche. Die Zellen der Haarwurzel sind rundlich, klein, äußerst vollsaftig (*12*), mit großem Kern ausgestattet. Aus ihnen geht der Schaft des Haares hervor, welcher aus Oberhäutchen, Rinde und Mark besteht (*11, 13*). Je höher an der Papille aufwärts, um so mehr strecken sich die Zellen der Wurzel und wandeln sich in die Zellen der Rinde um. Dieselben sind hornige, nach der Achse des Haares verlängerte, splitterartige Plättchen von fibrillärer Struktur und mit je einem Kern versehen. An ihnen haftet das Pigment, welches dem Haar seine spezifische Farbe verleiht, auch enthalten sie kleinste Luftbläschen. Sie stellen die Hauptmasse des Haares dar. Die äußerste Schichte des Haares, das Oberhäutchen, Cuticula pili (*13, 14*), geht aus einer einfachen Lage von Zellen hervor, welche die Haarwurzel erst wie ein niederes Zylinderepithel bedecken. Sie stellen sich weiter nach oben immer schräger, platten sich ab, verlieren ihre Kerne und wandeln sich zu verhornten, farblosen Schüppchen um, welche wie die der Scheidencuticula dachziegelförmig übereinander liegen, aber umgekehrt wie diese, in der Richtung von unten nach oben. Durch das Ineinanderfassen der Ränder beider Oberhäutchen wird die Festigkeit der Einpflanzung des Haares beträchtlich erhöht.

Von der Spitze der Papille aus zieht sich im Zentrum vieler dickerer Haare eine Säule kubischer oder senkrecht zur Haarachse abgeplatteter Zellen in die Höhe, welche einen Kern, Pigment und einzelne Keratohyalinkörnchen enthalten, das Haarmark (*11, 13*). Die Zellen verlieren weiter nach oben den Kern und vertrocknen, je mehr die Entfernung von der Papille wächst. An ihre Stelle tritt Luft.

An einem freien Haar, besonders deutlich an einem weißen, erkennt man die unregelmäßigen, quer verlaufenden Grenzlinien der Oberhautzellen, eine durch die Rindenzellen hervorgerufene Längsstreifung, wenn es vorhanden ist, auch das körnige,

wegen seines Luftgehaltes grauschwarz aussehende Mark. Das letztere fehlt in der Spitze der Haare immer, auch in allen Haaren von Kindern bis zum sechsten Lebensjahre.

Jedes Haar hat eine individuell verschiedene Wachstumsgrenze (S. 11). Ist diese erreicht, dann schickt es sich an, auszufallen. Die Papille atrophiert, wodurch die Ernährung der kelchartigen Wurzel leidet, sie verliert die Möglichkeit des Weiterwachsens und wandelt sich in einen besenartig aufgefaserten Kolben verhornter Zellen um (*17*). Der ganze Haarbalg verkürzt sich bedeutend, fast bis zur Einmündung der Talgdrüse hin, endlich fällt das nur noch locker sitzende Haar aus. Schon längere Zeit, ehe dies geschieht, hat die äußere Wurzelscheide einen zapfenartigen Fortsatz in die Tiefe vorgetrieben, an dessen Ende sich eine neue Papille bildet, auf welcher sodann das neue Haar ganz wie bei der ersten fetalen Haargeneration entsteht (Stieda 1910). Beim Ausfall des alten Haares ist das neue in der Regel so weit entwickelt, daß es die Hautoberfläche mit seiner Spitze bereits überragt. Während des ganzen Lebens können sich auch direkt von der Epidermis aus nach fetalem Typus neue Haare bilden (Spuler 1899).

Viele Autoren nehmen bezüglich des Haarersatzes eine von der vorgetragenen Beschreibung abweichende Stellung ein. Sie lassen die alte Papille erhalten bleiben und lassen auf ihr von dem übriggebliebenen Rest der äußeren Wurzelscheide aus das neue Haar entstehen. Nach meinen eigenen Beobachtungen möchte ich mich der von Stieda gegebenen Darstellung anschließen.

Über die Lebensdauer der Haare ist nur bezüglich der Kopfhaare und der Cilien Näheres bekannt. Pincus (1866) schätzt die erstere auf 2—4 Jahre, Moll (1857) bestimmt die Lebensdauer der Augenwimpern auf 100—150 Tage. Ein periodischer Haarwechsel, wie man ihn bei vielen Tieren beobachtet, ist beim Menschen nicht vorhanden, doch findet man immerhin vielfach, daß zu gewissen Jahreszeiten (besonders im Herbst) mehr Haare ausfallen als sonst.

Das Ergrauen der Haare (Canities) hängt insofern mit dem Haarersatz zusammen, als dabei statt der alten gefärbten Haare neue farblose nachwachsen, welche dann durch ihre Mischung mit jenen die graue Farbe erzeugen. Seltener findet man, daß Haare in ihrer oberen oder unteren Hälfte weiß, in der anderen gefärbt erscheinen. Es hängt dies zusammen mit den Ernährungsverhältnissen der Haarwurzel. Da die Ernährung aber nervös reguliert wird, ist es auch möglich, daß durch schwere Gemütsaffekte die Haare relativ rasch weiß werden. Man muß sich dann vorstellen, daß der Ausfall der gefärbten Haare schneller vor sich geht, als es sonst der Fall ist und daß dementsprechend die ungefärbten Haare auch rascher nachwachsen. Der Vorgang wäre dann ganz der raschen Entstehung des Winterpelzes der winterweißen Tiere zu vergleichen.

### β) Talgdrüsen[1], Glandulae sebaceae.

Wo ein Haar ist, da ist auch eine Talgdrüse; sie sind also über den größten Teil des Körpers verbreitet (*9, 15*). Der Satz läßt sich jedoch nicht umkehren, denn es gibt auch Talgdrüsen, welche nicht an Haare gebunden sind, und zwar 1. an den Augenlidern als Tarsaldrüsen, 2. am Lippenrot (IV. Abt. S. 37), 3. an der Wangenschleimhaut, 4. am Übergangsgebiet zwischen der äußeren Haut und der Nasenschleimhaut, 5. am Übergangsgebiet zwischen der äußeren Haut der Analöffnung und der Schleimhaut des Mastdarmes, 6. an der Oberfläche der Glans penis und am

[1]) Haarbalgdrüsen.

inneren Blatt der Vorhaut (IV. Abt. S. 165), 7. an der Haut der kleinen Schamlippen, der Glans und des Praeputium clitoridis (IV. Abt. S. 187), 8. an der Brustwarze und dem Warzenhof (IV. Abt. S. 196). Abgesehen von den Tarsaldrüsen sind die freien Talgdrüsen jedoch nicht konstant, sie kommen etwa bei der Hälfte aller erwachsenen Personen vor (Stieda 1912).

Die Größe der Talgdrüsen schwankt zwischen 0,2 und 2,2 mm. Gerade die kleinsten Haare werden von den größten Talgdrüsen begleitet.

Die Lage der Talgdrüsen ist immer im Corium, der Haarbalg mag noch so weit in das Subkutangewebe hinabreichen.

Die Talgdrüse entwickelt sich als seitliche Ausbuchtung des Haarbalges (S. 13), also in letzter Linie aus dem Stratum germinativum der Epidermis. In ausgebildetem Zustand ist sie von alveolärem Bau; sie besteht aus einem weiten Ausführungsgang, welcher das Sekret in den Haarbalg hineinleitet und aus einigen (zwei bis fünf) kolbenförmigen Säckchen, welche eine Anzahl von Zellenschichten enthalten (*15*). Nur die ganz an der Peripherie liegenden äußersten Zellen sind kubisch, sie sind klein und von rein protoplasmatischer Struktur. Weiter nach innen werden die Zellen größer, polygonal, und es treten in ihrem Protoplasma Fetttröpfchen auf, welche immer reichlicher werden, je mehr sich die Zellen dem Zentrum des Säckchens nähern. Löst man die in den Zellen vorhandenen Fetttröpfchen auf, dann sieht das zurückbleibende Protoplasma wie ein Seifenschaum aus (*16*). Die Kerne schrumpfen und gehen in den zentralsten Zellen ganz zugrunde, das Zellprotoplasma zerfällt und das frei gewordene Fett bildet mit den Zelltrümmern das Sekret, den Hauttalg, Sebum. Derselbe ist in erster Linie zur Einölung des Haarschaftes, in zweiter zur Einfettung der ganzen Hautoberfläche bestimmt.

Die Drüsen sind von einer Basalmembran umgeben; von einer fibrillären Propria, welche sich von den Faserbündeln des Coriums abhebt, kann man kaum sprechen.

### 3. Haarbalgmuskeln, Arrectores pilorum.

An der Oberfläche des Corpus papillare der Lederhaut entspringen glatte Muskelfasern mit elastischen Sehnen (*9*). Sie vereinigen sich zu je einem rundlichen oder platten Bündelchen, welches die Haut in schief absteigender Richtung durchsetzt, um sich an den Haarbalg dicht unter der Talgdrüse anzuheften. Die kleinen Muskelchen finden sich stets an der Seite des schief eingepflanzten Haarbalges, welche mit der Oberfläche der Haut einen stumpfen Winkel bildet und umgreifen die Talgdrüse in der Art, daß sie durch ihre Kontraktion bei deren Entleerung mitwirken können.

Bei rascher Abkühlung ziehen sich die Arrectores pilorum so stark zusammen, daß die Haarbälge hügelförmig über das Niveau der Hautoberfläche hervorgehoben werden. Man nennt diesen Zustand Gänsehaut, Cutis anserina.

Nicht alle Haare besitzen Haarbalgmuskeln. Sie fehlen an den Augenwimpern, den Augenbrauen, den Härchen der Augenlider, der Nase, den Vibrissae, den Lippen- und Achselhaaren (Kölliker 1889).

### 4. Nägel, Ungues.

An den Endgliedern der Finger und Zehen sind in der Wirbeltierreihe Krallen- und Klauenbildungen weit verbreitet. Sie stellen hütchenförmige Hornaufsätze dar, welche die Fingerspitzen bedecken und schützen. Beim Menschen und den nächststehenden Säugern ist nur der dorsale Teil dieses Hütchens als Nagel erhalten

geblieben, während der an der Volar- (Plantar-) Seite der Finger gelegene Teil auf einen schmalen Saum (Nagelsaum oder Sohlenhorn) reduziert ist, welcher unter dem freien Ende des Nagels versteckt liegt (M. H.) (*18*).

Die Nagelentwickelung beginnt im dritten Embryonalmonat mit dem Auftreten des primären Nagelfeldes, einer Epidermisverdickung auf dem Rücken der Endphalangen. Die Verdickung grenzt sich an ihrer proximalen Seite durch einen halbmondförmigen Hautwulst ab, den Nagelwall. An der Grenze zwischen Nagelfeld und Nagelwall wuchert die Epidermis leistenartig in das Corium ein und bildet dadurch den Nagelfalz. Zu Anfang des fünften Monats entsteht sodann, gedeckt von einer dünnen unveränderten Epidermisschichte (Eponychium) ein Hornplättchen an der Grenze zwischen Nagelwall und Nagelfalz, von wo aus sich die Verhornung bald bis zum Grund des Nagelfalzes ausdehnt. Von hier aus bildet sich dann in der Folge der ganze Nagel.

Besieht man an dem Finger eines Lebenden den Nagel (*19*), dann erscheint er als eine feste Hornplatte, welche in der Richtung der Fingerachse leicht, in transversaler Richtung stärker gebogen ist. Er kommt proximal unter dem Nagelwall hervor und überragt distal frei die Fingerkuppe. Die Farbe des Nagels ist rosig, nur der hinterste, dem Nagelwall zunächstliegende Teil von wetzsteinartiger Form, Lunula, erscheint beim Daumen und der großen Zehe immer, bei den drei folgenden Fingern und Zehen meist, bei der fünften selten als ein weißliches Feld. Die Oberfläche der Nagelplatte ist glatt, glänzend und häufig mit feinen längsverlaufenden parallelen Leisten oder Streifen versehen.

Die Nägel der Zehen sind, abgesehen von dem der großen Zehe, kleiner als die der Finger. Sie sind breit und kurz. Der Nagel der kleinen Zehe ist sehr gewöhnlich deformiert und verkümmert.

Hebt man zum Zweck einer genaueren Untersuchung die Nagelplatte ab, dann sieht man, daß sie von vierseitiger Gestalt ist (*21*). Ihr hinterer zugeschärfter Rand (Margo occultus) nebst den Seitenrändern ist in eine Tasche der Haut eingeschoben, den erwähnten Nagelfalz, Sulcus unguis (*20*). Die untere Wand der Tasche, auf welcher der Nagel ruht, ist das Nagelbett, Solum unguis (*23*), die obere, welche den hinteren Teil des Nagels deckt, der Nagelwall, Vallum unguis. Derselbe ist ein scharfrandiger, von der Fingerspitze her tief ausgeschnittener Hautvorsprung; seine Länge, entsprechend der Tiefe des Nagelfalzes, beträgt in der Achse des Fingers 4—6 mm; zu beiden Seiten nimmt sie gegen die Fingerspitze hin ab. Den in den Grund des Nagelfalzes eingeschobenen Teil des Nagels bezeichnet man als Nagelwurzel, Radix unguis (*21, 23*). Sie ist weich und endet zugeschärft im Margo occultus. Der freie, aus dem Nagelbett vortretende Teil des Nagels ist der Nagelkörper, Corpus unguis, welcher mit dem freien Rand, Margo liber, endet.

Das Corium des Nagelbettes ist mit dem Periost der Phalanx durch straffe Bindegewebszüge (Retinacula) fest verbunden. An seiner der Epidermis zugekehrten Oberfläche ist es im Grunde des Nagelfalzes mit zerstreuten Papillen und tuberkelförmigen Erhabenheiten besetzt, in welche ansehnliche Gefäßschlingen vordringen. Noch innerhalb des Nagelfalzes treten an ihre Stelle feine Längsleisten, welche distalwärts erst etwas niederer werden, dann aber am Ende der Lunula plötzlich in hohe, von breiten Furchen getrennte Kämme übergehen (*22*). Auch in die feinen wie in die groben Leisten treten Gefäßschlingen ein, welche denselben das Ansehen von der Länge nach zusammengeflossenen Papillen geben.

Das Corium des Nagelwalles besitzt an der dem Nagel zugekehrten Seite ebenfalls Papillen, dieselben sind jedoch nieder und gering an Zahl, hoch und zahlreich werden sie erst an seinem vorderen Rand.

Die Epidermis, welche Nagelbett und Nagelwall überzieht, besteht zunächst dem Corium aus dem Stratum germinativum, welches dem der übrigen Epidermis vollkommen gleicht. Sie geht auch allenthalben in diese über. Man könnte deshalb diese Auskleidung des Nagelfalzes wohl mit der äußeren Wurzelscheide des Haares vergleichen, wenn nicht darin ein erheblicher Unterschied läge, daß die Bildung des Nagels nicht vom ganzen Umfang vor sich geht, sondern nur vom Nagelbett aus. Das Stratum germinativum, welches dieses bedeckt, ist also als die Matrix des Nagels anzusehen.

Auf das Stratum germinativum des Nagelbettes folgt ein Stratum intermedium, dessen Zellen durch Interzellularbrücken zusammenhängen und welche eine Protoplasmafaserung zeigen, ganz wie die entsprechenden Zellen der Epidermis. Auch die Keratohyalinkörnchen fehlen nicht. Dann folgt die Substanz des Nagels selbst, stark abgeplattete und stark verhornte Zellen, welche jedoch ihren Kern, wie die Rindenzellen des Haares, meist bewahrt haben. Das Stratum intermedium der Nagelwurzel erscheint bei durchfallendem Licht braun, bei auffallendem weiß und endet am vorderen Rand der Lunula. Das weißliche Aussehen dieser letzteren beim Lebenden ist im wesentlichen dem durchscheinenden Keratohyalin zu danken. Die Apposition von Nagelsubstanz beginnt am Margo occultus, deshalb ist dort der werdende Nagel, wie erwähnt, noch äußerst dünn und biegsam. Distalwärts setzt sich vom Stratum intermedium her immer mehr Hornsubstanz an, so daß er sich rasch verdickt. Seine definitive Stärke erreicht er am vorderen Ende der Lunula, weiter vorne erfolgt keine Anbildung mehr. An den Seitenrändern ist der Nagel in seiner ganzen Länge zugeschärft (*21*). Am Nagelkörper schließt sich die Hornschichte des Nagels ohne Stratum intermedium sogleich an die Keimschichte an. Diese letztere ist hier verdickt, um die erwähnten Leisten des Nagelbettes aufnehmen zu können.

Die dem Nagel zugekehrte Seite des Nagelwalles ist, wie die freie, von gewöhnlicher Epidermis bedeckt. Wo sich der Rand des Nagelwalles vom Nagel abhebt, bleibt eine dünne Fortsetzung der Hornschichte des Nagelwalles auf dem Nagel haften, das Eponychium (S. 17). Dort wird auch der zugeschärfte Seitenrand des Nagels durch die von der Seite her eindringende Hornschichte des Nagelwalles vom Stratum germinativum des Nagelbettes abgehoben. Ein Teil der Nagelpflege besteht darin, einen etwa festeren Zusammenhang des Eponychium mit der Nageloberfläche zu lösen und den Rand des Nagelwalles zurückzuschieben.

Der freie Rand des Nagels hängt mit der Unterlage ebenfalls durch die dort befindliche Hornschichte zusammen. Dieselbe reißt beim Vorwachsen des Nagels ab und es bleiben unregelmäßige Fetzen von ihr zwischen der Unterseite des freien Nagelrandes und der gerundeten Fingerspitze hängen. Dieselben halten mit Vorliebe Schmutz aller Art zurück, und es muß gerade hier eine sorgfältige Reinigung stattfinden, wenn der Chirurg davor geschützt sein will, den Patienten zu infizieren. (M.)

Das Wachstum der Fingernägel ist bei Kindern ein rascheres als bei Erwachsenen, am langsamsten geht es bei Greisen vor sich. Auch an beiden Händen ist das Wachstum ein verschiedenes, an der rechten Hand, welche mehr in Anspruch genommen und infolgedessen besser ernährt wird, geschieht es schneller wie an der linken. Selbst an den einzelnen Fingern einer Hand kann ein verschieden rasch fortschreitendes Wachstum gefunden werden (Berthold 1850),

was man bei nur einigermaßen aufmerksamer Beobachtung an sich selbst wahrnehmen kann (M.). Ungepflegte Fußnägel verwandeln sich bei Leuten, welche lange Zeit im Bett liegen, zu langen und dicken, zuweilen widderhornartig gekrümmten Hornanhängen.

Die rosige Farbe des Nagels wird dadurch hervorgerufen, daß die zahlreichen Blutgefäße des Nagelbettes durchschimmern. Schon ein Druck, welcher den Nagel trifft, macht ihn blasser. Bei Zirkulationsstörungen wird die Farbe des Nagels stark beeinflußt. Im Tode ist der Nagel ganz blaß, sehr bald nimmt er dann eine bläuliche Färbung an.

Die Form des Nagels ist keineswegs immer eine klassische, ebensowenig wie die der Finger und der ganzen Hand. Der Nagel kann verhältnismäßig klein sein, er kann bei normaler Breite zu kurz sein, die Auswölbung kann abgeflacht sein, die Längswölbung kann fehlen, so daß der freie Rand sich stark von der Fingerkuppe abhebt, sie kann sich andererseits verstärken.

Eine überstarke Krümmung des Nagels in der Längs- und Querrichtung (Digitus hippocraticus) entsteht bei starker Abmagerung des Nagelgliedes, welche den Nagel zwingt, sich stärker zu krümmen, um mit der Unterlage verbunden zu bleiben. Eine trommelschlegelartige Auftreibung des Nagelgliedes mit livider Färbung des Nagels bildet sich bei jugendlichen Individuen, welche an Bronchiektasie leiden, wodurch der Kreislauf eine Störung erfährt. Auch bei anderen Kreislaufstörungen kann sie auftreten.

Weiße unregelmäßige Fleckchen, welche man häufig auf dem Nagelkörper findet, entstehen durch Luftaufnahme in die Nagelsubstanz (Nagelblüten).

## e) Gefäße und Nerven der Haut.

Die an die Haut herantretenden Arterien sind zumeist kleine Stämmchen, welche von den größeren Körperarterien in deren Verlauf abgegeben werden. Tritt bei denen des Rumpfes die Metamerie stark hervor, dann begegnet man ihren Spuren mehr oder weniger deutlich auch im Verlauf der Hautarterien, im übrigen ist davon weniger zu merken. An den Extremitäten wird eine große Zahl kleiner Äste von den tiefen Stämmen abgegeben. Im Gegensatz zu den ziemlich variablen Ursprüngen ist das Verbreitungsgebiet der einzelnen Arterien in Anordnung und Richtung der Gefäße ein regelmäßiges. Ein Zusammenhang mit den Spannungsverhältnissen und der Spaltrichtung der Haut (S. 5) ist nicht zu verkennen (Manchot 1889). Weitaus die größten und meisten Arterien erhält die behaarte Kopfhaut, was nicht verwundern kann, da bei ihr die sehr zahlreichen Haare und Drüsen eine besonders große Menge von Blut nötig haben; auch die anderen behaarten Stellen des Körpers zeichnen sich durch ihren Gefäßreichtum aus.

Die Zahl der an die Haut herangetretenen Stämmchen und ihr Durchmesser ist also verschieden und es verlaufen die Arterien an den leichtverschiebbaren Stellen stärker geschlängelt. Sie sind keine Endarterien, sondern anastomosieren sämtlich reichlich miteinander. In der untersten Schichte des Corium. dicht auf dem Fettpolster, bilden sie ein kutanes Netz. Dasselbe ist dort am dichtesten, wo die Haut am häufigsten einem äußeren Drucke ausgesetzt ist. Auch zwischen Streck- und Beugeseite der Gelenke sind Unterschiede vorhanden. Von ihm gehen Kapillaren aus, welche die benachbarten Fettläppchen und die Knäuel der Schweißdrüsen versorgen. Durch das Corium aufsteigende Zweige des kutanen Netzes verästeln sich baumförmig und bilden, wiederum miteinander anastomosierend, ein subpapillares Netz. Die aus diesem aufsteigenden Arterien sind Endarterien (Spalteholz 1893, 1913). Sie gelangen endlich, kapillar geworden, in die Papillen, wo sie schlingenförmig umbiegen, um in Venen überzugehen (*2*).

Das Gewebe des Coriums erhält nur wenig Kapillargefäße. Die für die Haarbälge und Talgdrüsen bestimmten umspinnen die letzteren mit einem korbartigen Geflecht, die ersteren mit Netzen, welche in der Höhe der Haarwurzel besonders reich

sind. Die Gefäße der Haarbälge, Talgdrüsen und der Ausführungsgänge der Schweißdrüsen zweigen sich rückläufig aus dem subpapillaren Arteriennetz ab, doch beteiligen sich auch an der Versorgung einzelne Äste des kutanen Netzes.

Die Arterien des Nagels zeigen keine auffallenden Besonderheiten. Aus dem subpapillaren Netz des Coriums erheben sich Schlingen, welche in der Gegend der Nagelwurzel in die dort befindlichen Papillen aufsteigen (S. 17). Weiter distal, wo die Papillen nur schwach ausgebildet sind oder ganz fehlen (Lunula), hat es bei dem Netz allein sein Bewenden. Im vorderen Teil des Nagelbettes unter dem Nagelkörper steigen in die Leisten, welche oben (S. 17) als zusammengeflossene Papillen bezeichnet wurden, wieder von Strecke zu Strecke Gefäßschlingen auf. Die Gefäße des Nagelwalles verhalten sich ganz wie die der Haut im übrigen.

Die Venen schließen sich den Arterien meist nicht genau an, sie bilden aber wie diese mehrere flächenhaft ausgebreitete Netze. Die Zweige des am tiefsten gelegenen sammeln sich im Gegensatz zu den Arterien zu ansehnlichen Stämmen, welche in der Subcutis zentralwärts verlaufen. Ihre genauere Beschreibung ist Sache der Gefäßlehre.

Die Lymphgefäße beginnen im Zentrum der Papillen mit starken, blind endigenden Kapillaren ähnlich den Chylusgefäßen des Darmes. Sie ergießen sich in ein Netz, welches seine Lage im Papillarkörper hat, es geht in ein zweites, tiefer liegendes über. Von ihm aus beginnen die größeren Stämme, deren Beschreibung der Gefäßlehre zugehört.

Nerven. Dieselben sind sehr zahlreich, was sich aus der Funktion der Haut als Tastorgan erklärt. Die Beschreibung der Stämme der Hautnerven wird in der Nervenlehre folgen, die Beschreibung der sensiblen Endigungen in der Lehre von den Sinnesorganen. Die zentrifugalen Nerven gelangen zu den Muskeln der Haut und zu den Drüsen. Um die Knäueldrüsen bilden sie einen dichten Plexus, von welchem aus Fädchen durch die Basalhaut in den Drüsenschlauch eindringen. Die Nerven der Talgdrüsen bedürfen noch weiterer Untersuchung.

Praktische Bemerkungen[1]). Bei dem komplizierten Bau der Haut versteht man es leicht, daß ihre Krankheiten sehr mannigfaltige sind. Ihre Grundursachen liegen oft nicht in ihr selbst, sondern sind in Allgemeinleiden des Körpers verschiedenster Art zu suchen. Die exponierte Lage der Haut begünstigt ferner ganz besonders die Einwirkung parasitärer Einflüsse. Die Erkrankungen können die Epidermis oder das Corium allein betreffen, sie können beide zugleich in Mitleidenschaft ziehen, sie können die Haare, Nägel, die Drüsen ergreifen, sie können in dem Gefäß- oder dem Nervenapparat ihren Sitz haben und können von diesen aus wieder auf das Gewebe der Haut ihren Einfluß ausüben.

In der Epidermis können Affektionen auftreten, welche sie im ganzen betreffen, und solche, welche sich mehr auf die eine oder die andere Schichte beziehen. Kleine hervorragende Knötchen, welche durch irgend welche pathologische Veränderungen in der Epidermis hervorgerufen werden, nennt man Papulae. Eine umschriebene Wucherung des Stratum germinativum mit oder ohne Verdickung der Hornschichte findet man bei jungen Leuten oft auf den Hand- und Fingerrücken, es sind dies die bekannten Warzen, Verrucae. Molluscum contagiosum ist eine ansteckende Wucherung des Stratum germinativum. Störungen im normalen Gang der Verhornung können sehr gering, sie können auch sehr erheblich sein. So findet man, daß sich auf der Haut Schuppen, Squamae, bilden, wobei größere oder kleinere zusammenhängende Plättchen der Hornschichte auf der Hautoberfläche liegen und allmählich abgestoßen werden. Es gibt erbliche Fälle, in welchen die Schuppenmassen oft sehr reichlich werden, oder in welchen sich die Hornschichte nicht rasch abstößt, sondern fischschuppenähnliche Tafeln bildet, Ichthyosis. Ebenfalls erblich ist eine Hyperkeratose der Vola manus oder

[1]) Für die folgende Darstellung wurde vielfach das Lehrbuch der Hautkrankheiten, herausgegeben von E. Riecke (1909) benützt.

Planta pedis, welche man als Keratoma bezeichnet. Eine umschriebene starke Hornbildung kann zur Entstehung eines Hauthornes, Cornu cutaneum, führen, welches gelegentlich sehr lang werden und selbst widderhornförmig gekrümmt sein kann. Daß durch dauernde Reize, welche die Epidermis treffen, Schwielen, Callositas, entstehen, wurde schon oben (S. 9) erwähnt. Ein Hühnerauge, Clavus, ist in erster Linie auch nur eine Schwiele, welche aber durch starken Druck ein Einpressen in die tiefer liegenden Hautpartien erfährt.

Entsteht ein seröser Erguß in den Schichten der Epidermis (S. 9), dann spricht man von Bläschen, Vesicula, oder Blasen, Bulla, füllt sich ein Bläschen mit Eiter, dann nennt man es Pustel, Pustula. Geht die Hornschichte durch mechanische Einflüsse verloren, dann ist dies eine Hautabschürfung, Excoriatio, handelt es sich um einen Verlust der Hornschichte durch Mazeration, dann nennt man dies eine Erosion, Erosio.

Wird Epidermis in eine Hautwunde verlagert und heilt daselbst in der Tiefe ein, dann entsteht durch fortwährende Proliferation der Zellen in dem abgeschlossenen Raum eine kleine Geschwulst, welche mit verhornten Zellen (Epithelperle) angefüllt ist. Auch angeboren kann Epidermisgewebe in die Tiefe verlagert sein, welches dann ebenfalls zur Entstehung von soliden Geschwülsten oder Cysten Veranlassung gibt (Dermoide).

Erleidet das Corium eine knötchenartige Verdickung, dann kann eine Papel entstehen, ganz wie bei einer ähnlich aussehenden Verdickung der Epidermis. Ist ein Knötchen durch einen dünnen Stiel mit der Haut verbunden, dann wird es als Molluscum bezeichnet. Ist das Gewebe des Coriums so weit verändert, daß es zerfällt, dann entsteht ein Geschwür, Ulcus.

Eine umschriebene Hyperämie der Haut bildet kleine rote Fleckchen, man nennt sie Macula; unter Fingerdruck blassen sie ab, um dann wieder zu erscheinen. Sind zahlreiche solche Fleckchen über weitere Strecken der Haut verbreitet, dann bezeichnet man sie als Roseola. Ist eine größere Hautstrecke gerötet, dann nennt man dies Erythema.

Blassen rote Flecken durch Fingerdruck nicht ab, dann handelt es sich um einen Bluterguß in das Gewebe des Corium. Wenn sie nur klein sind, nennt man sie Petechien, werden sie größer, dann bezeichnet man sie als Purpuraflecken. Weiter ausgedehnte Flecken dieser Art heißen Ekchymosen.

Ergießt sich Blut durch mechanische Gewalt in die Haut, vielleicht auch in das Unterhautbindegewebe, dann ist dies eine Sugillatio.

Ein akutes Ödem an umschriebener Stelle, wobei die Haut als eine Art kleiner Platte vorspringt, ist eine Quaddel, Urtica, man beobachtet sie vielfach nach Insektenstichen.

Die Muskeln der Haut können zur Entstehung von Myomen Veranlassung geben.

Im Gefäßsystem der Haut findet man angeborene und erworbene Erkrankungen. Hämangiome nennt man das angeborene Vorhandensein zahlreicher und erweiterter Gefäße an umschriebener Stelle, welche der Haut eine hellrote oder blaurote Farbe verleihen. Sie sind unter dem Namen der roten Muttermäler bekannt. (Braune Muttermäler, Naevi, sind pigmentierte Gewebsverdickungen des Coriums.) Auch angeborene Lymphangiome werden beobachtet. Entsteht eine chronische entzündliche Reizung der Haut mit Störung der Zirkulation, besonders der der Lymphbahnen, dann führt dies zu dauernder Gewebs- und Volumenzunahme einzelner Körperteile (Elephantiasis).

Die überaus verschiedenen Erkrankungen der Haut, besonders diejenigen bakterieller Natur, können hier im einzelnen natürlich nicht berücksichtigt werden. Es muß bei den vorstehenden kurzen Bemerkungen sein Bewenden haben.

Zum Schluß sei noch kurz der Tätowierung gedacht. Sie besteht darin, daß man Farbstoffkörner, meist Kohle oder Zinnober, unter die Epidermis in das Corium einbringt, wo sie einheilen. Da sie sich in der Lederhaut befinden, bleiben sie von der steten Erneuerung der Epidermis unberührt und verharren lebenslänglich an ihrer Stelle.

Die Schweißdrüsen sezernieren zuweilen übermäßig (Hyperidrosis), ohne daß anatomische Veränderungen nachweisbar wären, bald allgemein, bald lokal. Besonders hervorzuheben sind die bekannten Hand- und Fußschweiße. Auch die Zusammensetzung des sezernierten Schweißes kann eine ungewöhnliche sein. Es ist bekannt, daß der Schweiß der Neger sehr fettsäurereich ist und dadurch unangenehm ranzig riecht, auch bei Europäern kommt dergleichen vor. Bei bestimmten Krankheiten kann der Schweiß einen spezifischen Geruch haben (Masern, Scharlach, Septikämie, Gelenkrheumatismus, Diabetes, Rachitis). Auch gefärbter Schweiß (Indigo) oder blutiger Schweiß kommt vor, wohl immer nur an einzelnen Stellen, nicht über

den ganzen Körper verbreitet. Alle diese Erkrankungen sind nicht primär, sondern stellen nur Begleiterscheinungen anderer Leiden dar.

Die Talgdrüsen können ihren Dienst mehr oder weniger einstellen, wodurch das Haar spröde wird, sie können auch eine übermäßige Tätigkeit entfalten (Seborrhöe). Besonders ist dies der Fall an der Nase und im übrigen Gesicht, an der behaarten Kopfhaut, an der Gegend des Brustbeins, zwischen den Schulterblättern. Die Mündungen sind oft durch kleine, an der Oberfläche schwarz aussehende Pfröpfe, aus Hornzellen bestehend, verstopft, man nennt sie Mitesser, Comedo. Mit dem Namen Milium belegt man kleine Horncysten, welche am mittleren Balgteil eines Lanugohaares auftreten. Bildet sich an einem Talgfollikel ein kleiner Eiterherd, dann ist dies Acne vulgaris, Acne rosacea. Entsteht in der Umgebung der Talgdrüse ein nekrotischer Schorf, dann ist dies Acne necrotica.

Haare. Haaratrophie kann angeboren sein, entweder allgemein oder lokal, nicht selten verbunden mit Nagel- und Zehenanomalien, oder das Haar ist sehr schwach, gekräuselt, pigmentlos. Entsteht Kahlköpfigkeit, Alopecia, dann beruht dies auf einem Nachlaß in dem Ersatz der physiologisch ausfallenden Haare. Die nachwachsenden werden immer dünner, dann sind sie lanugoartig fein, kurz und ungefärbt, zuletzt bleiben auch solche Haare aus und die Kopfhaut wird vollkommen glatt. Die Talgdrüsen erhalten sich ziemlich lang, endlich veröden auch sie. Ist einmal Kahlköpfigkeit vorhanden, dann sind auch die so viel angepriesenen Haarwuchsmittel natürlich nicht imstande, neue Haarbälge zu schaffen. Die Kahlköpfigkeit ist im Alter weit häufiger (Alopecia senilis) als in jungen Jahren (Alopecia praematura), doch kann man sie nicht etwa als normale Alterserscheinung ansehen, denn es gibt bekanntlich Menschen, welche bis in die spätesten Jahre einen reichen Haarwuchs zeigen. Kahlköpfigkeit ist im männlichen Geschlecht weit häufiger, wie im weiblichen. Siedelt sich in den Haarfollikeln eine Eiterung an (Sycosis), dann erscheinen an der Oberfläche der Haut Pusteln, in deren Mitte je ein Haar steht. Haarbälge können sich verschließen und durch Retention der im Innern neugebildeten Hornmasse Geschwülste veranlassen (Balggeschwulst, Atheroma), welche zu einer relativ bedeutenden Größe heranwachsen können. Der Name Grützbeutel, welchen man ihnen auch beilegt, kommt daher, daß ihr Inhalt aus grützbreiartigen Hornschuppen besteht.

Nagel. Sehr selten ist es, daß der Nagel periodisch im ganzen ausfällt und durch einen neuen ersetzt wird, ähnlich dem Haarwechsel. Meist ist es das Nagelbett, welches leidet und dadurch den Nagel selbst beeinflußt. Ist der vordere Teil des Nagelbettes geschädigt, dann kann sich der Nagel in kleinerer oder größerer Ausdehnung loslösen (z. B. durch einen Bluterguß unter dem Nagel, durch die Einwirkung von Salzwasser oder Seifenwasser oder anderen chemischen Substanzen). Von der gesunden Matrix aus wächst in solchen Fällen der Nagel in normaler Weise nach. Bei einer Schädigung der Matrix aber wird das Wachstum im ganzen oder teilweise beeinflußt. Er kann zu dünn sein, er kann auch hart und rauh erscheinen, er kann eine rudimentäre Bildung aufweisen. Ist die Ausbildung von Nagelsubstanz nur zeitweise eine schwächere, als gewöhnlich, dann entstehen Querrillen; ganz Ähnliches beobachtet man an den Zähnen (IV. Abt. S. 36). Funktioniert die Nagelmatrix nur an einzelnen Stellen mangelhaft, dann entstehen Längsfurchen; auch Längsleisten entstehen aus gleicher Ursache. Ist die Bildung von Nagelsubstanz nur vorübergehend lokal gestört, dann entstehen grübchenförmige Verdünnungen des Nagels. Bohrt sich der Seitenrand der zu stark gekrümmten Nagelplatte in die Haut ein, dann nennt man dies einen eingewachsenen Nagel. Er ruft durch seine Anwesenheit eine entzündliche Reizung des Nagelfalzes hervor (Paronychia), welche sehr schmerzhaft ist.

---

# II. Lehre von den Sinnesorganen.

## a) Allgemeines.

Die Sinnesorgane sind die Eingangspforten für die nervöse Erregung. Die von der Außenwelt kommenden Reize treffen die nervösen Aufnahmsorgane, von ihnen aus wird die Erregung auf den Wegen der Nervenbahnen (zentripetale Leitung)

in das Zentralorgan geleitet. Von dort wird sie wieder nach der Peripherie geführt (zentrifugale Leitung), um sich daselbst in Bewegung irgend einer Art umzusetzen. Eine zweite Art nervöser Tätigkeit ist es, daß im Zentralorgan die zentripetal herangekommenen Eindrücke gesammelt und in der mannigfaltigsten Weise miteinander verknüpft werden; auf diese Art entsteht das psychische Leben, welches ohne die Sinnenreize nicht möglich ist. Fehlen sie, dann wird die psychische Tätigkeit herabgesetzt und ruht schließlich ganz.

Daß wir gewohnt sind, die Sinneseindrücke in der verschiedensten Art zu kombinieren und miteinander zu verknüpfen, um ein möglichst klares Urteil über die Umwelt zu gewinnen, geht schon aus dem allgemeinen Sprachgebrauch hervor, spricht man doch einerseits von einem „Farbenton", andererseits von einer „Klangfarbe". Ein Kunstwerk oder ein literarisches Erzeugnis ist „geschmackvoll" oder „geschmacklos", ein Mensch steht in „gutem oder schlechtem Geruch", ein Gedicht ist „gefühlvoll" u. dgl. mehr. All dies beweist, daß unser Sinnenleben ein kompliziertes ist, und daß wir imstande sind, die gewonnenen Eindrücke auf das glücklichste zusammenzuarbeiten.

Den Lebewesen niederster Art (Protozoen) geht ein eigentliches Reizleitungssystem vollständig ab, die Reaktion auf einwirkende Reize fehlt zwar nicht, doch wird sie vom Protoplasma im ganzen geleistet. Schon bei den Cölenteraten tritt aber ein Nervensystem auf, und man kann von ihnen aus verfolgen, wie sich in der Tierreihe aus den über die ganze Körperoberfläche verbreiteten allgemeinen Aufnahmsorganen einzelne Apparate sondern, welche auf einen kleinen, ganz bestimmten Raum beschränkt und dazu bestimmt sind, spezifische Erregungen zu vermitteln. Anfänglich oft sehr einfach, erscheinen sie in der Folge immer besser ausgebildet. In erster Linie kommt bei einer Vervollkommnung in Betracht die Zahl der von dem Sinnesorgan ausgehenden Nervenfasern, je mehr ihrer sind, um so feiner ist die Sonderung der Sinneseindrücke. Ferner erhalten die Organe teilweise aus der Umgebung der empfindenden Teile Hilfseinrichtungen, welche einer Verstärkung der Intensität der Einwirkung oder dem Schutz dienen. Sie können den ganzen Apparat zu einem sehr komplizierten gestalten. Je höher sich die Sinnesorgane und mit ihnen das Zentralnervensystem ausbilden, um so mehr treten die Tiere aus dem anfänglichen Traumleben in ein immer klareres Bewußtsein ein.

Man muß annehmen, daß die Sinnesapparate, mindestens physiologisch, nicht allenthalben genau so beschaffen sind, wie beim Menschen, daß vielmehr andere Lebensbedingungen auch andere Eindrücke und Empfindungen verlangen, doch können wir dies nur aus gewissen Organisationen und Erscheinungen vermuten, keineswegs aber genau beurteilen, da wir uns natürlich Eindrücke, welche wir nicht selbst empfangen, auch nicht klar vorstellen können.

Da die Reize, welche empfunden werden sollen, wie erwähnt, von außen her kommen, liegen die Empfangsapparate für die Sinneseindrücke anfänglich ganz an der Körperoberfläche. Bei höher stehenden Tieren ist dies nicht mehr der Fall, aber die Entwickelungsgeschichte erweist, daß sie doch sämtlich, ebenso wie das Nervensystem im ganzen, in letzter Linie auf das Ektoderm zurückgeführt werden können.

Beim Menschen unterscheidet man Gesicht, Gehör, Geruch, Geschmack und Tastsinn, doch erschöpfen diese jedem Kind bekannten fünf Sinne die Sache nicht, und man kann physiologisch noch feinere Abteilungen machen, von welchen nachzuweisen wäre, ob nicht jede ihre besonderen Aufnahmeorgane, ihre besondere Leitung nach dem Zentralorgan und ihren besonderen Endbezirk in diesem hat. Dabei

treten aber große Schwierigkeiten auf, da die anatomische Untersuchung keineswegs für alle physiologisch festgestellten Empfindungen ein einwandfrei festzustellendes anatomisches Substrat zu finden vermag, da auch umgekehrt nicht alle anatomisch auffindbaren Endorgane mit voller Sicherheit für eine bestimmte Empfindung in Anspruch genommen werden können, und man muß von der zukünftigen Forschung noch mancherlei wichtige Aufschlüsse erhoffen.

Die Ausbildung und Empfänglichkeit der einzelnen Sinnesapparate erreicht beim Menschen vielleicht in keinem Fall die Höhe, welche überhaupt erreichbar ist. Immerhin aber erlaubt ihm eine gute und besonders eine harmonische Entwickelung aller Sinnesorgane äußerst mannigfaltige Eindrücke aufzunehmen, deren Verarbeitung in einem besonders hoch entwickelten Gehirn ihm seine herrschende Stellung in der Tierwelt sichert. (M. H.)

Die Aufnahmsorgane für die Sinnesempfindung, oder wie man sich ausdrückt, die Endigung der Sinnesnerven, ist von verschiedener Art. In der einfachsten Form sind es die quer abgeschnittenen Äste der Telodentrien (1. Abt. S. 89), oder dieselben sind leicht kolbenförmig verdickt, oder sie sind zu unregelmäßig eckigen oder mehr abgerundeten Gebilden verbreitert, oder sie sind schleifenförmig gestaltet. Entweder liegen sie vollkommen frei im Gewebe, oder sie sind von bindegewebigen, besonders organisierten Hüllen umgeben, welche jedenfalls von Bedeutung für die Art der Aufnahme einwirkender Reize sind. In der Mehrzahl der Fälle aber stehen die Enden der Sinnesnerven mit Zellen in Kontakt, welche verschiedene Formen zeigen können. Nur in einem einzigen Fall sind sie rundlich, in allen anderen Fällen sind sie langgestreckt. Diese letzteren sind die Sinnesepithelien. Sie entwickeln sich sämtlich aus zylindrischen Epithelien, wobei diejenigen Zellen, welche den Reiz aufzunehmen und durch physikalische oder chemische Einwirkung an die Nervenleitung abzugeben bestimmt sind, eine für jedes Sinnesorgan spezifische Form und borsten-, haar- oder stäbchenförmige Aufsätze erhalten, während die übrigen als „Stützzellen" eine mehr passive Rolle spielen und zufällige Formen zeigen, wie es der Raum zwischen den empfindenden Zellen gerade mit sich bringt.

Jedes Sinnesorgan besitzt durch seinen ganzen Bau und die Organisation seines Sinnesepithels nur die Fähigkeit, auf den adäquaten Reiz zu antworten, das heißt, eine Einwirkung spezifischer Art aufzunehmen und weiterzuleiten (Gesetz der spezifischen Energie), so kann beispielsweise ein Apparat, welcher dazu bestimmt ist, Licht zu empfinden, nicht hören, ein solcher, welcher für Gefühlseindrücke eingerichtet ist, nicht schmecken und dgl. mehr. Inadäquate Reize, nämlich mechanische, thermische, chemische, elektrische können ebenfalls eine Erregung bewirken, sie ist aber auch in diesem Fall immer nur die spezifische; so entsteht z. B. eine Lichterscheinung, wenn ein Schlag das Auge trifft. Daß aber eine derartige Empfindung mit dem spezifischen Endapparat eigentlich nichts zu tun hat, sondern erst im Zentralorgan zustande kommt, wird dadurch bewiesen, daß der Endapparat völlig fehlen kann, wenn nur der zentripetal leitende Nerv gereizt wird; so verlegen z. B. Amputierte bei einer Reizung des Nervenstumpfes entstehende Schmerzen in das weggenommene und gar nicht mehr vorhandene Glied.

## b) Gefühlsapparat. Organon tactus.

Die Organe des Gefühlsapparates sind dazu bestimmt, die von der Umwelt herkommenden Gefühlseindrücke aufzunehmen, sie sind deshalb in erster Linie in der

Haut, welche die Körperoberfläche bedeckt, lokalisiert. Außerdem aber besitzt der Körper auch noch Gefühlsnerven in fast allen seinen inneren Teilen, welche Aufschluß über deren Befinden und Zustände geben. Sie reihen sich in ihrem Bau den Endigungen in der Haut enge an, was nicht verwundern kann, da sich auch ihre physiologische Leistung insoferne der der Hautnerven anschließt, als die sämtlichen Körpergebilde dem Zentralorgan gegenüber in gewisser Weise als Außenwelt anzusehen sind.

### α) Gefühlsapparate in der Haut.

Betrachten wir zuerst die Sinneseinrichtungen in der Haut, dann ist zu sagen, daß man in ihr sowohl freie Endigungen, als auch mit zelligen Endorganen versehene findet.

In die Epidermis gelangen Nervenfasern, welche bei ihrem Eintritt in dieselbe ihre Markscheide verlieren und dann Endbäumchen bilden, deren Telodendrien sich zwischen den Zellen des Stratum germinativum verästeln, um zuletzt mit kleinen Knöpfchen frei zu endigen (*28*). Sie sind zwar beim Menschen schwer darzustellen, sind jedoch in großer Menge vorhanden und treten überall, sowohl durch die Papillen, wie zwischen ihnen in die Oberhaut ein.

Seit Langerhans (1868) kennt man in der Epidermis außerdem reich verästelte Zellen, welche nach ihm wahrscheinlich mit Nervenfasern zusammenhängen. Häggqvist konnte diesen Zusammenhang tatsächlich darstellen.

An der Grenze von Epidermis und Corium, bald genau an dieser Grenze, bald ein wenig in die tiefste Schichte des Stratum germinativum, bald in die äußerste Schichte des Corium verschoben, findet man die Tastzellen[1]), helle, blasige, scharf umrandete Zellen von meist ovaler Gestalt mit deutlichem rundem Kern (*29, 30*). Die herantretende Nervenfaser legt sich mit einer schalenförmigen Verbreiterung (Tastmeniskus) an sie an. Ihrer Abstammung nach sind sie Zellen des Stratum germinativum der Epidermis, welche bei der Entwickelung durch die Berührung mit dem Ende der Nervenfaser zu charakteristischen Tastzellen umgewandelt werden. Sie sind nicht überall gleich zahlreich, in großer Zahl findet man sie z. B. am roten Lippenrand, weniger zahlreich an den Extremitäten. Pincus (1902, 1903) sieht sie in größerer Zahl in kleinen, eben noch makroskopisch sichtbaren scheibenförmigen Stellen in unmittelbarer Nähe vieler Lanugohaare, er nennt sie „Haarscheiben". In der Umgebung der Tastzellen endet noch eine zweite feine Nervenfaser in der Form eines perizellulären Netzes.

Corium. An die Tastzellen schließen sich die Tastkörperchen, Corpuscula tactus Meißneri an (*31, 32*). Sie entstehen entwickelungsgeschichtlich aus in das Corium verlagerten Zellen des Stratum germinativum und finden sich stets im obersten Teil von Papillen (Tastpapillen S. 6).

Ihrem Bau nach sind sie einfache oder zusammengesetzte Körperchen von ovaler oder rundlicher Form, welche von einer aus mehrfachen, kernhaltigen Bindegewebslamellen bestehenden Hülle umgeben sind. Von ihr aus sind Scheidewände durch das Innere der Körperchen gelegt, welche denselben eine charakteristische unregelmäßige Querstreifung verleihen (*29*). Diese Bindegewebseinrichtungen sind bei den einen Körperchen einfacher[2]), bei den anderen komplizierter[3]). In den durch

[1]) Merkelsche Körperchen.
[2]) Dogielsche Körperchen.
[3]) Eigentliche Meißnersche Körperchen.

diese Scheidewände voneinander abgesonderten Räumen liegen die oft keilförmig zugeschärften Zellen epithelialer Herkunft (Tastzellen), welche ihren Kern in dem meist nach der Peripherie des Körperchens gerichteten dicken Teil tragen (*31*). Eine oder mehrere markhaltige Nervenfasern treten an das Körperchen heran und winden sich in dessen Innerem vielfach nach Art eines Glomerulus (*32*). Sie teilen sich, verlieren ihr Mark, sind stellenweise varikös verdickt und legen sich mit ihren angeschwollenen Enden an die Tastzellen an. In den schalenförmigen Verbreiterungen der Nervenendigungen der isolierten Tastzellen, wie auch in denen der Tastkörperchen, sowie in den Varikositäten der letzteren bilden die sonst gestreckt verlaufenden Achsenzylinderfibrillen (1. Abt. S. 84) netzartige Knäuel (van de Veide 1907).

An die Tastkörperchen gelangen außer den beschriebenen Nervenfasern noch, wie an die isolierten Tastzellen, andere dünne, welche im Inneren ein Netz bilden, ohne mit den Tastzellen in Verbindung zu treten.

Aus dem Gipfel mancher Tastkörperchen steigen feine Fasern auf, welche in die Epidermis eintreten und sich dort wahrscheinlich an isolierte Tastzellen anlegen.

Nicht alle Untersucher beschreiben die Nervenendigung in den Tastkörperchen, wie es vorstehend geschehen ist, manche leugnen die Beziehung der Nervenfasern zu den Tastzellen, doch bricht sich die oben vorgetragene, von mir seit langer Zeit vertretene Ansicht in den letzten Jahren mehr und mehr Bahn.

In großer Menge begegnet man den Tastkörperchen an der Volarseite des Nagelgliedes von Fingern und Zehen. An der Dorsalseite von Fingern und Zehen und im Nagelbett sind sie nur in geringer Zahl vorhanden. Proximalwärts vom Nagelglied werden sie immer spärlicher, an Armen und Beinen trifft man sie nur selten, ebenso am Rand der Augenlider, in der Brustwarze. Etwas reichlicher sind sie am roten Lippenrand. Man findet sie auch in der Mundhöhle, deren Schleimhaut ja mit der äußeren Haut im wesentlichen übereinstimmt und aus ihr abzuleiten ist. Sie kommen in der Zungenspitze und am harten Gaumen vor. Auch die Conjunctiva des Auges, ebenfalls ein Abkömmling der äußeren Haut, besitzt Tastkörperchen, wenn auch nur in geringer Zahl.

Die weiter nach innen gelegenen Teile des Corium werden von reichen Netzen markhaltiger und markloser Nervenfasern durchzogen. Soweit sie sensibel sind, endigen sie frei dicht unter der Basalhaut.

Im Unterhautbindegewebe trifft man freie Endigungen von an sich einfacher Art, welche jedoch mit besonderen Hüllen umgeben sind, die Vater-Pacinischen Lamellenkörperchen, Corpuscula lamellosa (*27*). Bei ihnen verliert die in das Körperchen eingetretene Nervenfaser die Markscheide. Der nackte Achsenzylinder verläuft gestreckt, ist bandförmig abgeplattet und besitzt eine relativ ansehnliche Dicke. Er schließt mit einem bald rundlichen, bald birnförmigen, bald eckigen Kopf ab, zuweilen teilt er sich auch an seinem Ende in zwei oder mehrere Zweige. Die Achsenzylinderfibrillen, welche man mit geeigneten Methoden deutlich sichtbar machen kann, bilden im angeschwollenen Ende ein Netz. In die Lamellenkörperchen dringt außer der Zentralfaser noch eine zweite feinere Nervenfaser ein, welche sich bald teilt und die Zentralfaser mit einem Plexus umspinnt (Sala, Sokolow 1899). Die nervöse Endigung wird von einem Innenkolben umschlossen, welcher aus mehreren Blättern besteht, die an den beiden schmalen Seiten des Achsenzylinderbandes in einer Raphe miteinander verbunden sind. Auf ihn folgt eine Reihe von Kapseln, von welchen jede aus zwei Zellhäutchen besteht, welche durch kurze Pfeiler miteinander verbunden sind. Zwischen den Häutchen befinden sich zirkulär verlaufende

Bindegewebsfasern und eine lymphatische Flüssigkeit. In den inneren Kapseln ist diese Flüssigkeit spärlich, so daß die beiden Lamellen derselben einander sehr nahe liegen, je näher der Peripherie, um so größer wird die Menge der Flüssigkeit zwischen den Lamellen, um so weiter rücken sie deshalb auseinander. Vom basalen Pol her treten mit den Nerven Blutgefäße in das Körperchen ein, welche bis zum Innenkolben vordringen. Sie spielen offenbar eine Rolle bei der Füllung der intralamellären Räume. Das ganze Körperchen wird von einer mit elastischen Fasern versehenen Bindegewebskapsel umschlossen.

Einfacher als die Lamellenkörperchen sind die in die gleiche Kategorie gehörigen Kolbenkörperchen, Corpuscula bulboidea Krausii, gebaut, sie bestehen aus einem Innenkolben, auf welchen sogleich die Hüllmembran folgt, ohne daß sich zwischen beiden Lamellen ausbildeten. Auch in den Lamellenkörperchen wechselt deren Zahl, und zwar mit der Höhe, in welcher sie liegen, je tiefer, um so mehr von ihnen findet man. Die ganz derselben entbehrenden Kolbenkörperchen finden denn auch ihren Platz gar nicht mehr im Subkutangewebe, sie liegen vielmehr im Corium.

Die Lamellenkörperchen sind am zahlreichsten an der volaren Seite von Hand und Fuß; an der Hand eines neugeborenen Kindes hat Kasten (1913) 278 gezählt. An der dorsalen Seite der Hand fehlen sie. Im allgemeinen ist die übrige menschliche Haut nicht eben reich an Lamellenkörperchen (Hartenstein 1889), doch hat man sie an vielen Stellen gefunden (Brustwarze, äußere Genitalien, Damm, Umgebung der Afteröffnung). Die Kolbenkörperchen findet man in der Conjunctiva bulbi und in der Schleimhaut der Mundhöhle, bei anderen Säugern sind sie weiter verbreitet.

Der Name „Innenkolben" wird von manchen Autoren für Dinge gebraucht, welche offenbar eine verschiedene Bedeutung haben. Es wird dadurch eine Verständigung erschwert.

An der Grenze von Corium und Subkutangewebe kommen noch andere Nervenendigungen vor.

Zu nennen sind die Ruffinischen Körperchen (1894) (*33*), langgestreckte Körperchen von nicht unbeträchtlicher Größe (bis über 1 mm). Die eintretenden Nervenfasern verlieren im Inneren das Mark und teilen sich in sehr zahlreiche anastomosierende Äste, welche zuletzt mit knöpfchenförmigen Anschwellungen enden. Eine kräftige Bindegewebshülle umschließt das Körperchen. Ruffini hat sie an den Fingern gefunden.

Die Golgi-Mazzonischen Körperchen (1880 und 1891) (*34*) sind Gebilde von verschiedener Gestalt, rund oder langgestreckt. Sie sind von Kapseln in größerer oder geringerer Zahl umschlossen und enthalten eine feinkörnige Masse mit vielen Kernen. Der Achsenzylinder der herantretenden Nervenfaser teilt sich in eine große Anzahl von Ästen, welche sich knäuelförmig durchflechten. Sie endigen nach den Untersuchern mit kleinen Anschwellungen. Man findet sie an vielen Stellen. Die in den Genitalien vorkommenden Genitalnervenkörperchen (Wollustkörperchen) (*35*) gehören wohl mit den Golgi-Mazzonischen Körperchen zusammen.

Über die Endigung der Nerven in den Golgi-Mazzonischen und Genitalnervenkörperchen machen die Autoren schwankende Angaben und es bedarf der Gegenstand noch weiterer Untersuchung. Es ist möglich, daß die Enden der Achsenzylinder mit Tastzellen in Beziehung stehen, ähnlich wie es bei den Tastkörperchen der Fall ist. Die große Schwierigkeit der Untersuchung verschuldet es, daß noch immer ungelöste Zweifel bestehen bleiben. Die Methode der Vergoldung und die Methylenblaumethode, welche die Nervenfäden sehr deutlich hervorheben,

bringen die Zellen nur sehr unvollkommen zur Beobachtung. Andere Methoden, welche die Zellen scharf hervortreten lassen, zeigen umgekehrt die Achsenzylinderverästelungen schlecht oder gar nicht, so daß man noch immer nicht sicher weiß, ob beide zusammengehören oder nicht.

Wichtige Organe des Gefühlsapparates der Haut sind schließlich die Haare. Unterhalb der Mündung der Talgdrüsen treten Nervenfasern an den Haarbalg heran, verlieren ihre Markscheide und gelangen unter Teilungen bis zur Glashaut; an deren Außenseite ziehen sie in parallelem Verlauf eine kurze Strecke weit in gestrecktem Verlauf in die Höhe und enden zugespitzt oder mit verschieden geformten Knöpfchen (*36*). Andere Nervenfasern wickeln sich an der gleichen Stelle nach außen von den aufsteigenden in ringförmigem Verlauf um den Haarbalg. An stärkeren Haaren findet man außerdem noch Nerven, welche die Glashaut durchbohren und in der oben beschriebenen Weise an Tastzellen in der tiefsten Schichte der äußeren Wurzelscheide endigen. Auch in die Haarpapille sind Nerven zu verfolgen.

Die vorstehende Beschreibung der Nervenendigungen gilt nur für die der menschlichen Haut, in der Tierreihe sind die sensiblen Endorgane sehr verschieden. Bei den wirbellosen Tieren findet man in weiter Ausdehnung stäbchenförmige Zellen in der Hautoberfläche, welche denen des menschlichen Geruchsorgans (s. unten) sehr ähnlich sind. Bei den im Wasser lebenden Wirbeltieren spielen Organe mit Stäbchenzellen, welche den menschlichen Geschmacksorganen gleichen, eine große Rolle. Die stäbchenförmigen Endzellen der Wassertiere sind nur bei den Amphibien noch nachzuweisen, von da ab verschwinden sie in der Haut und werden durch Tastzellen ersetzt. Von den höheren Ordnungen schließen sich die Säuger mehr den Amphibien an, während die Sauropsiden einen Seitenweg einschlagen. Bei ihnen kommen die Kolben- und Lamellenkörperchen zu höchster Ausbildung, auch die Tastzellen sind hoch entwickelt. Bei den Säugern gleichen die Endorgane im wesentlichen denen des Menschen. Bei den meisten Säugern kommen noch Sinushaare vor, welche dem Menschen vollständig fehlen. Dieselben haben ihren Namen daher, weil sie von einem Blutsinus umgeben sind. Sie sind mit sehr zahlreichen Gefühlsorganen ausgestattet. Die bekanntesten, aber nicht die einzigen Sinushaare sind die langen Schnurrhaare, welche man an jeder Katze und an jedem Hund beobachten kann.

### β) Gefühlsapparate im Innern des Körpers.

In den Schleimhäuten begegnet man allenthalben freien Endigungen, welche bis in das Epithel aufsteigen, doch läßt sich an ihnen nicht immer einwandfrei feststellen, ob es sich um zentripetale oder zentrifugale Nerven handelt. Mit zelligen Endorganen versehene Nerven hat man nicht beobachtet.

Im Bindegewebe sind ebenfalls freie Endigungen an zahlreichen Stellen nachgewiesen worden. Die Art der Verästelung der Telodendrien und die Form der Endigung selbst ist den speziellen Erfordernissen der einzelnen Stellen angepaßt. An den Sehnen sind außerdem noch besondere Endapparate vorhanden, die Sehnenspindeln (*37*). Man beobachtet sie besonders an der Grenze von Sehnen und Muskeln. Sie sind spindelförmig gestaltete Abteilungen von Sehnengewebe, welche von einer bindegewebigen Hülle umschlossen sind. Die herantretenden Nervenfasern teilen sich unter Verlust der Markscheide, verästeln sich vielfach und enden keulenförmig.

Auch in den Muskeln kommen neben freien Endigungen gewöhnlicher Art besondere Apparate vor, die Muskelspindeln (*38*). Sie sind Bündelchen feiner Muskelfasern; sie werden von einem dicken Perimysium umschlossen, durch welches Nervenfasern eintreten. Dieselben umspinnen die Muskelfasern spiralig oder ringförmig und enden kolbig angeschwollen. An einer Reihe von Muskeln hat man sie jedoch nicht entdecken können.

Endlich besitzen in den inneren Organen die Lamellenkörperchen eine weite Verbreitung. Man findet sie in den Körperhöhlen. In der Brusthöhle sind sie im Verlauf des N. phrenicus und der Interkostalnerven zu sehen, in der Bauchhöhle beobachtet man sie in Begleitung der großen Arterien, im Bindegewebe hinter der Bauchspeicheldrüse, in dieser selbst, im Mesenterium. An dieser letzteren Stelle kann man sie besonders bei der Katze sehr leicht finden und in überlebendem Zustand studieren. Ferner sind sie an den Genitalien vorhanden.

Am Bewegungsapparat sind sie in großer Zahl nachgewiesen worden; in allen Gelenken, auch im Periost der Knochen, im Bindegewebe zwischen den Muskeln, in den Muskeln selbst.

Auch in der Begleitung größerer Arterien kommen sie vor.

Man sieht, es ist kaum eine nervenführende Stelle, an welcher man sie ausschließen müßte, und man wird gelegentlich erstaunt sein, sie in mikroskopischen Schnitten an Orten zu finden, wo man sie nicht erwartet hatte.

Die durch den Gefühlsapparat vermittelten Empfindungen sind sehr verschiedener Art: Druck, Schmerz, Kitzel, Jucken, Schauder, Wollust, Temperatur, Muskelgefühl, Ermüdungsgefühl und anderes. Man hat nun den begreiflichen Wunsch, die anatomischen Tatsachen mit den physiologischen Erfahrungen in Einklang zu bringen. Dabei ist vor allem zu bemerken, daß die genannten Empfindungen sich zum Teil nicht als einfache herausgestellt haben, sondern daß es sich einerseits um Abstufungen eines und desselben Gefühlseindruckes handelt, und daß andererseits Gefühlseindrücke verschiedener Art kombiniert und subjektiv als einheitliche gedeutet werden. Genauere physiologische Untersuchungen haben ergeben, daß es in der Haut vier Hauptempfindungen gibt, den Tastsinn (Drucksinn), den Schmerzsinn, den Kältesinn und den Wärmesinn. Dies läßt sich einwandfrei dadurch beweisen, daß die eine oder die andere Empfindung pathologisch, in gewissen Fällen auch experimentell, ausgeschaltet sein kann, ohne daß die anderen leiden. Eine weitere physiologische Tatsache von Bedeutung ist die, daß die erwähnten Sinne nicht gleichmäßig über die Haut verbreitet sind, sondern daß es einzelne Punkte gibt, an welchen jede der Empfindungen zustande kommt, während die zwischen ihnen liegenden Hautstrecken dafür unempfindlich bleiben. An der einen Hautstelle liegen die Punkte dichter, an einer anderen weniger dicht. Man könnte meinen, daß gerade diese letztere Eigenschaft einer anatomischen Feststellung der einzelnen Endorgane günstig wäre, dies scheint aber leider nicht der Fall zu sein.

Bei der anatomischen Untersuchung fällt es auf, daß die Art der Nervenendigung nach der Schichte der Haut, in welcher sie sich befindet, wechselt; in der Epidermis findet man die freien Endigungen in großer Zahl, die Endigung in verzweigten Zellen weniger häufig. An der Grenze von Epidermis und Corium ist der Platz für die Tastzellen und Tastkörperchen, dann folgen die Endkolben und im Subkutangewebe die Lamellenkörperchen. Aus dieser Anordnung aber einen zwingenden Schluß auf die Funktion zu ziehen, geht nicht an; man kann nur sagen, daß die Reizung des Nervenendes der tiefliegenden Lamellenkörperchen durch die Flüssigkeit zwischen den Lamellen begünstigt wird, in welcher Art aber der Reiz dann empfunden wird, geht daraus nicht hervor. Am ersten gelingt es, die Empfindungsfunktion der Haare zu beurteilen. Bei leichter Berührung wirken sie als zweiarmige Hebel mit dem Drehpunkt in der Hautoberfläche, die Nerven werden durch die Bewegung in Erregung versetzt. Streicht man z. B. über die Spitzen der Haare des Handrückens ohne die Haut selbst zu berühren, dann hat man ein schwaches, aber sehr deutliches Tastgefühl. An Stellen, welche keine Haare besitzen (volare Seite von Hand und Fuß, Lippenrand) sind die Tastzellen und Tastkörperchen sehr verbreitet, man wird daher nicht fehlgehen, wenn man den Haarnerven und den mit Tastzellen ausgerüsteten Endigungen Tastempfindung zuschreibt, um so mehr, als den mit besonders zahlreichen Tastzellen versehenen Stellen ein ganz besonders feines Tastgefühl zukommt.

Weit schwieriger ist es, über die Schmerznerven etwas auszusagen. Die Schmerzpunkte sind zahlreicher als die Druckpunkte und es müssen nach den Resultaten der physiologischen Experimente die Enden eine oberflächlichere Lage haben, als die druckempfindlichen. v. Frey kommt deshalb zur Annahme, daß die freien intraepithelialen Endigungen als Schmerznerven anzusehen seien. Dem scheint nur die überaus große Menge dieser Endigungen entgegenzu-

stehen. Wenn sich auch über 100 Schmerzpunkte auf einem Quadratzentimeter Haut finden, so sind dies doch ganz ungleich weniger Stellen, als die mit freien Nervenfasern versehenen. Auf der anderen Seite spricht wieder dafür, daß die Serosa von Brust und Bauch, welche zweifellos schmerzempfindlich ist, anscheinend außer freien Endigungen keine anderen besitzt.

Welche Organe der Wärmeempfindung dienen, ist kaum vermutungsweise anzugeben, v. Frey denkt an die Ruffinischen Körperchen.

Als Endorgane der Kältenerven nimmt v. Frey die Krauseschen Endkolben in Anspruch, vermutlich mit Unrecht, da sie in der menschlichen Haut lange nicht weit genug verbreitet sind, um dieser Funktion vorzustehen. Häggqvist will mit der Kälteempfindung die von ihm (S. 5) beschriebenen Muskelbündel im Corium betrauen. Ihre Zusammenziehung, so meint er, verengert die Gefäße, welche in ihrem Bereich verlaufen, wodurch die Nerven gereizt und die Kälteempfindung hervorgebracht wird. Dies mag richtig sein, über die Art der Nervenendigung selbst aber gibt die Theorie keinen Aufschluß.

Das Muskelgefühl ist ein sehr wichtiger Teil des Gefühlsapparates. Es vermittelt die Wahrnehmung der Lage unserer Glieder, ihrer Bewegungen, ihres Widerstandes gegen Dinge der Außenwelt, wodurch wir das Gewicht der letzteren empfinden. Dabei werden nicht nur die in den Muskeln selbst liegenden sensiblen Endapparate erregt, sondern auch die in den Fascien, Sehnen, im Periost, an den Gelenken vorhandenen. Diese Endapparate sind fraglos die Sehnen- und Muskelspindeln. Auch die Lamellenkörperchen, besonders die in der Umgebung der Gelenke liegenden, können kaum anders gedeutet werden, obwohl sie von manchen Seiten (Michailow 1909, Schumacher 1911) für Blutdruckregulatoren angesehen werden.

Was endlich die sog. Gemeingefühle anlangt (das Befinden des Körpers im ganzen, Hunger, Durst, Ekel, Ermüdung und noch manches andere), so kann über deren Zustandekommen die Physiologie nur sehr wenig aussagen, auch die Anatomie vermag zum Verständnis ihres Nervenapparates nichts Brauchbares beizusteuern.

## c) Höhere Sinnesorgane.

Die höheren Sinnesapparate sind nicht über den ganzen Körper hin verbreitet, sondern an bestimmten Stellen lokalisiert. Sie besitzen die oben erwähnten (S. 24) zylindrischen oder stäbchenförmigen Sinneszellen. In ihnen zeigen einerseits diejenigen des Riech- und Sehorgans, andererseits die des Geschmacks- und Gehörorgans eine gewisse Verwandtschaft miteinander, doch ist dieselbe nicht allzu tiefgreifend und man findet, daß jedes der Sinnesorgane einen Bau der Endigungen besitzt, der nur ihm allein eigen ist. Die phylogenetisch primitivste Stufe nimmt das Geruchsorgan ein, indem es sich an die Nervenendigungen anschließt, welche man über die ganze Haut von Würmern hin verbreitet findet, während das Geschmacksorgan an die Organe in der Haut der Fische anknüpft. Beide sind also Bildungen, welche früher allgemeine Sinnesnerven waren, die sich bei den höchststehenden Tieren und dem Menschen an einzelne geschützte Stellen des Körpers zurückgezogen haben, um eine spezifische Funktion auszuüben. Anders ist es mit den obersten Sinnesorganen, sie sind bei den höchststehenden Tieren nicht als eine Art von Überbleibsel aufzufassen, sondern haben im Gegenteil mit ihren Hilfsapparaten eine immer höhere Stufe erklommen.

### α) Geschmacksorgan, Organon gustus.

Wie erwähnt, sind die Geschmacksorgane des Menschen Gebilde, welche bei den wasserlebenden Tieren nicht nur in der Mundhöhle vorhanden, sondern über die ganze Körperoberfläche verbreitet sind. Bei den in der Luft lebenden Tieren und beim Menschen haben sie sich nur in der Mundhöhle erhalten und werden nun nicht mehr zu Zwecken der Gefühlswahrnehmung verwendet, sondern dienen der Geschmacksempfindung.

Der Geschmacksapparat nimmt insoferne unter den höheren Sinnesorganen die niederste Stufe ein, als er noch kein in sich abgeschlossenes Organ ist, sondern aus kleinen Gruppen zylindrischer Zellen besteht, welche in das Epithel eingestreut sind. Man nennt sie ihrer Gestalt wegen Geschmacksknospen oder Schmeckbecher, Caliculi gustatorii (*39*).

Sie entwickeln sich aus den Basalzellen des geschichteten Plattenepithels der Mundhöhle, welche sich unter dem Einfluß der schon von Anfang an herantretenden Nerven verlängern und bis zur Oberfläche in die Höhe wachsen. Anfänglich stehen sie über größere Abteilungen der Mundhöhle zerstreut, doch geht eine Anzahl von ihnen im extrauterinen Leben wieder zugrunde (Gråberg 1898). Bei Erwachsenen findet man sie an den Papillae vallatae, wo sie an der dem spaltförmigen Wallgraben zugekehrten Seitenfläche in mehrfach übereinander liegenden Reihen (4. Abt., Atlas, Fig. 87) stehen. Auch am Wall stehen vereinzelte Exemplare. Ferner nehmen sie die einander zugewandten Seitenflächen der Papillae foliatae ein, sodann stehen sie auf den abgerundeten Spitzen vieler Papillae fungiformes (4. Abt., Atlas, Fig. 86) und endlich findet man sie über die Mundhöhle hinaus an der Unterfläche der Epiglottis und an den Plicae aryepiglotticae bis zum Giesbeckenknorpel hin, soweit dort geschichtetes Plattenepithel vorhanden ist. Ob sie auch an der Plica fimbriata (Ponzo 1905—1907) und an der vorderen Fläche des weichen Gaumens vorkommen (A. Hoffmann 1874, W. Krause 1876), ist wohl fraglich.

Die Geschmacksknospen sind bald breitere, bald schlankere Gebilde. Sie bestehen aus zwei Arten von Zellen, sehr schlanken und dunkleren, mit verlängertem, fast stäbchenförmigem Kern, und hellen, dickeren, mit rundlichem Kern. Ihr inneres Ende reicht bis zum Corium herab, ihr äußeres Ende spitzt sich zu und endigt in einem kutikularen Stiftchen, welches in den Geschmacksporus hineinsieht, eine ganz kleine, röhrenförmige Vertiefung, welche von den Zellen des umgebenden Plattenepithels gebildet wird. Übergangsformen zwischen beiden Arten kommen vor (Retzius 1912). Man betrachtete bisher die schlanken Zellen als die eigentlichen Sinneszellen, doch wird von Retzius die Frage aufgeworfen, ob man nicht in den verschiedenen Zellformen die gleichen, nur in verschiedenen Funktionszuständen befindlichen Zellen vor sich habe. Einer solchen Auffassung ist die Art der Nervenverzweigung in den Geschmacksknospen günstig. Die Nerven erheben sich aus einem Geflecht, welches sich unmittelbar unter denselben hinzieht. Sie dringen marklos in die Knospen ein, verzweigen sich in denselben netzartig, umspinnen die Zellen und enden mit knöpfchenförmigen Anschwellungen. In der nächsten Umgebung der Knospen findet man im geschichteten Epithel ebenfalls zahlreiche knöpfchenförmig endende Nervenfasern, welche zum Teil bis nahe an die freie Oberfläche aufsteigen. Sie dürften lediglich sensibler Natur sein.

In den Verlauf der Äste des N. glossopharyngeus in der Zunge sind Ganglienzellen eingeschaltet, mit welchen die Nerven der Geschmacksknospen vermutlich zusammenhängen.

Es kommen Doppelknospen vor, welche eine einfache Basis und zwei in je einen Porus auslaufende Spitzen haben.

Nach Hermann (1888) und Gråberg (1899) kommen in den Geschmacksknospen „Basalzellen" vor, große, mit Fortsätzen versehene Zellen, welche unter sich und mit den angrenzenden Enden der langgestreckten Zellen zusammenhängen. Ihre Anwesenheit konnte von Retzius (1912) nicht bestätigt werden.

Zu dem Geschmacksapparat der Papillae vallatae und foliatae gehören Drüsen

mit serösem Sekret (4. Abt. S. 25) [1]), (4. Abt., Atlas, Fig. 87). Sie ergießen dasselbe in die Spalträume, welchen die Geschmacksorgane ihre freien Spitzen zukehren. Offenbar steht ihre Anwesenheit mit der Geschmacksempfindung in unmittelbarem Zusammenhang und man darf annehmen, daß das Sekret für die Lösung der zu schmeckenden Substanzen von Bedeutung ist, und daß es dieselben auch wieder rasch aus dem Spaltraume herausspült, um die Geschmacksorgane für einen neuen Sinneseindruck frei zu machen.

Die Nerven der Geschmacksorgane verlaufen in den Bahnen des N. glossopharyngeus und der Chorda tympani.

Wie schon oben bemerkt wurde, gehen im extrauterinen Leben Geschmacksknospen zugrunde, demgemäß schränkt sich auch die Region der Geschmacksempfindung beim Erwachsenen ein. Bei ihm ist auch nach den physiologischen Experimenten die Ausbreitung der Stellen in der Mundhöhle, welche der Geschmacksempfindung dienen, eine individuell wechselnde.

### β) Geruchsorgan, Organon olfactus.

Das Geruchsorgan ist an besser umschriebener Stelle lokalisiert, als das Geschmacksorgan, obgleich es in der örtlichen Beschränkung mit den höchststehenden Sinnesapparaten durchaus noch nicht konkurrieren kann. In der ersten Hälfte der dritten Embryonalwoche schon werden die Zellen der Epidermis an einer bestimmten Stelle unterhalb des Vorderendes des vorderen Hirnbläschens höher und bilden die Riechplatte. Dieselbe sinkt dann zur Riechgrube ein, welche sich mehr und mehr vertieft (1. Abt. S. 163, 185). Am Kopf eines jungen Embryos ist sie mächtig ausgebildet und erscheint wie ein Rüssel (1. Abt. Fig. 205). Später wird sie von den Teilen des Gesichtes umwachsen (1. Abt. S. 201) und gerät in die Tiefe, weil sie ihre ursprüngliche Stelle dicht unter dem Gehirn zeitlebens beibehält.

Die Regio olfactoria nimmt bei Erwachsenen in jeder Nasenhälfte einen nur etwa 240—250 qmm, im ganzen also rund 500 qmm großen Bezirk ein, welcher sich auf die obere Muschel und den ihr gegenüber liegenden obersten Teil der Nasenscheidewand beschränkt. Den weitaus größeren Teil der Nasenhöhle bildet also deren respiratorischer Teil, welcher dem olfaktorischen insoferne als Hilfsorgan dient, als er die Atemluft, welche die zu riechenden Stoffe enthält, am Sinnesepithel vorbeiführt.

Das Epithel des respiratorischen Teiles schiebt in dasjenige des olfaktorischen Teiles bald mehr bald weniger Äste und Zungen von unregelmäßiger Gestalt hinein, so daß also die Pars olfactoria keineswegs scharf begrenzt ist. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte in den zahlreichen Erkrankungen zu finden sein, welchen die Nasenschleimhaut ausgesetzt ist. Inseln von Sinnesepithel, welche in das benachbarte respiratorische Epithel eingesprengt sind, dürften ebenfalls Reste einer früher weiteren Ausbreitung desselben darstellen (M. H.).

Die Schleimhaut der Regio olfactoria zeigt eine graue oder bräunliche Verfärbung, welche von Pigment herrührt, welches in die Epithelzellen und in Zellen der Propria eingelagert ist. Eine so ausgesprochen gelbe Farbe, wie man sie bei vielen Säugetieren regelmäßig findet, ist beim Menschen nicht vorhanden.

Das Sinnesepithel besteht aus Riechzellen und Stützzellen. Die ersteren sind sehr schlanke, stäbchenförmige Gebilde, an welchen die kernführende Stelle ausgebaucht ist (*41*). Die Kerne liegen in sehr verschiedener Höhe der ganzen Schichte (*40*). Am

[1]) Ebnersche Drüsen.

freien Ende der Riechzellen findet man ein Büschelchen sehr zarter kurzer und äußerst vergänglicher Härchen. Ihr inneres Ende zieht sich in je eine Faser aus, welche sich ohne Unterbrechung bis in den Bulbus olfactorius des Gehirns verfolgen läßt, wo sie sich in ein Endbäumchen auflöst, dessen Zweige sich in einem Glomerulus (s. Nervenlehre) mit denen einer Ganglienzelle des Bulbus verschränken. Die Stützzellen sind Zylinderepithelzellen, welche in ihrem äußeren Teil eine ziemlich regelmäßige Form zeigen, welche aber in ihrem hinter dem Kern folgenden inneren Teil durch die kernführenden Teile der Riechzellen oft in mannigfaltiger Weise verdrückt werden. An ihrem freien Ende sind die Stützzellen von einem feinen Cuticularsaum begrenzt. Die Säume der einzelnen Zellen bilden in ihrer Gesamtheit die Membrana limitans olfactoria (v. Brunn 1892), welche mit Löchern versehen ist, aus denen die Köpfe der Riechzellen mit ihren Härchen herausgehen. An ihrem basalen Ende teilt sich der Körper der Stützzellen meist in mehrere Füße, zwischen welchen kleine, pyramidenförmige Basalzellen (Sidky 1877) liegen, welche vielleicht dazu bestimmt sind, verlorene Stützzellen zu ersetzen.

Von manchen Gelehrten werden die Riechzellen als „peripherische Ganglienzellen" (Retzius) bezeichnet; ich kann mich dem nicht anschließen, möchte sie vielmehr mit den Ependymzellen des Zentralorgans und mit den Stäbchen- und Zapfenzellen der Retina vergleichen. Sie gehen nicht aus dem Ganglienlager des Gehirns hervor, sondern sind Abkömmlinge des Oberflächenepithels.

Außer den von den Riechzellen ausgehenden Fasern findet man in der Regio olfactoria noch sensible, dem N. trigeminus angehörende Fasern, welche mit dendritischen Verzweigungen im Epithel endigen.

Der Riechschleimhaut gehören eigentümliche Drüsen an (Glandulae olfactoriae) [1]), welche von den Drüsen des respiratorischen Teiles der Nase in ihrem Bau, auch in ihrem serösen Sekret abweichen (*40*). Sie sind tubulös und münden zu mehreren in blasenförmige Erweiterungen von verschiedener Geräumigkeit ein, welche ihrerseits wieder durch eine enge Öffnung das Sekret an die Oberfläche abgeben.

Die Propria zeichnet sich durch einen besonderen Reichtum an leukocytenähnlichen Zellen und durch das Fehlen einer Basalmembran unter dem Epithel aus. (M. H.)

Das Organon vomero-nasale (Jacobsoni) [2]) wurde bereits in der vierten Abteilung (S. 12) erwähnt. Bei vielen Wirbeltieren ist es ein hoch ausgebildetes Nebengeruchsorgan, beim Menschen ist es zu einem Rudiment verkümmert. Es entwickelt sich zwar immer als ein kleines Blindsäckchen (1. Abt. S. 185, 202) mit echten Riechzellen, doch geht es oft schon vor der Geburt oder wenigstens in der Jugend zugrunde. Erhält es sich, dann trägt es an seinem medialen Umfang ein Epithel, welches noch immer das Ansehen des Riechepithels zeigt, ohne jedoch Sinneszellen zu enthalten. Kalkkonkremente erweisen die regressive Metamorphose, welche es durchgemacht hat (Merkel 1892).

### γ) Gehörorgan, Organon auditus.

Was man gemeinhin als Gehörorgan bezeichnet, ist zwar entwickelungsgeschichtlich und anatomisch eine Einheit, besteht aber physiologisch aus zwei differenten Teilen, von welchen der eine die Lage und die Bewegungen des Kopfes und

[1]) Bowmansche Drüsen.
[2]) Jacobsonsches Organ.

des übrigen Körpers (statischer Sinn) empfindet, während der andere der eigentlichen Gehörempfindung dient. Das statische Organ ist stammesgeschichtlich das ältere. Bei einer Reihe von wirbellosen Tieren findet man das Organ sehr einfach gebaut als rundliches Säckchen, welches von einem haartragenden Epithel ausgekleidet ist. Von ihm geht ein starker Nerv zum Zentralorgan. In der Flüssigkeit, welche den Hohlraum des Bläschens ausfüllt, findet man ein im Inneren entstandenes Konkrement oder auch ein von außen eingebrachtes Steinchen (Otolith), welches bei den Bewegungen des Tieres die Haare berührt und dadurch die Zellen reizt. Daß diese einfachen Organe in der Tat für die Erhaltung des Körpergleichgewichtes und nicht für die Gehörsempfindung bestimmt sind, geht aus zahlreichen einwandfreien physiologischen Experimenten hervor.

Bei den Wirbeltieren entsteht das Gehörorgan (im weiteren Sinne des Wortes) aus Anfängen, welche diesen einfachen Organen der Wirbellosen gleichen. Erst bildet sich auf dem Ektoderm eine Hörplatte (1. Abt. S. 163), welche zu einer Hörgrube einsinkt, also ganz ähnlich, wie bei der Entstehung des Geruchsorgans. Die Entwickelung ist damit aber noch nicht, wie dort, im wesentlichen beendigt, sondern die Hörgrube schließt sich von der Epidermis ab und wird zum Hörbläschen. Dieses behält seine ursprüngliche Gestalt nicht bei, sondern faltet sich ein und treibt Fortsätze (1. Abt. S. 175, 185, 202), welche es schließlich zu einem komplizierten Organ umgestalten. Es führt den Namen Gehörlabyrinth. Dasselbe besteht aus den beiden Säckchen, Utriculus und Sacculus, den drei Bogengängen[1]), Ductus semicirculares, dem Ductus endolymphaticus und dem Schneckengang, Ductus cochlearis. Alle diese Teile bleiben zeitlebens miteinander in Verbindung. In den niedersten Wirbeltierformen sind nur die dem statischen Sinn dienenden Teile ausgebildet, während der der Gehörsempfindung dienende, nämlich der Ductus cochlearis, erst allmählich zu immer größerer Ausbildung fortschreitet.

Der zugehörige Nerv ist der Nervus acusticus.

Zu diesen der Sinnesempfindung unmittelbar dienenden Teilen, welche man als inneres Ohr zusammenfaßt, kommen noch andere, welche die Zuleitung besorgen, erst das äußere Ohr, bestehend aus Ohrmuschel, Auricula, und äußerem Gehörgang, Meatus acusticus externus. Daran schließt sich das Trommelfell, Membrana tympani. Auf dieses folgt das Mittelohr, bestehend aus einem Hohlraum, der Paukenhöhle, Cavum tympani, in welchem die Gehörknöchelchen, Ossicula auditus, liegen. Dieselben vermitteln zwischen dem Trommelfell und dem inneren Ohr. Das Mittelohr besitzt in der Ohrtrompete, Tuba auditiva, eine Verbindung mit dem Schlund.

Der physiologische Weg, welchen die Schallwellen der Luft einschlagen, um in Nervenschwingungen umgesetzt und empfunden zu werden, ist der, daß sie vom äußeren Ohr aufgenommen und durch Vermittelung des Trommelfelles auf das Mittelohr übertragen werden. Durch die Reihe der Gehörknöchelchen wirken sie auf zwei hintereinander im Labyrinth befindliche Flüssigkeitsausbreitungen, Perilympha und Endolympha, deren Bewegung die Endapparate und damit den Gehörnerven erregt. Die nun folgende Beschreibung wendet sich zuerst zu dem eigentlich empfindenden Teil, zum inneren Ohr, und beschreibt dann, dem physiologischen Weg folgend, erst das äußere und dann das mittlere Ohr.

[1]) Halbzirkelförmige Kanäle.

## 1. Empfindender Teil des Ohres.

### Inneres Ohr.

Das Labyrinthbläschen, welches an der Grenze der beiden hintersten Gehirnbläschen neben dem Medullarrohr und dorsal von der ersten Kiemenspalte entsteht (1. Abt. Fig. 205), ist anfänglich in embryonales Bindegewebe eingebettet. Später umgibt es sich mit einer knorpeligen, zuletzt mit einer knöchernen Kapsel, welch letztere im Felsenteil des Schläfenbeines ihren Platz hat. Schon von Anfang an enthält das Bläschen eine wasserhelle Flüssigkeit, die Endolymphe. Dieser ist durch die Erhaltung des Zusammenhanges zwischen den Derivaten des Bläschens eine Zirkulation in allen Teilen des Labyrinthes möglich.

Das embryonale Bindegewebe, welches das epitheliale Labyrinthbläschen umgibt, liefert in seinem dem Epithel anliegenden Teil eine dünne Lamelle als Grundlage des häutigen Labyrinthes, an seinem, der knöchernen Kapsel zugewandten, eine etwas kräftigere, erst als Perichondrium, dann als Periost. Später schwindet das Gallertgewebe bis auf geringe Reste und es enthält nun der Raum, welchen es früher eingenommen hatte, eine Flüssigkeit, die Perilymphe, welche mit der Subarachnoidealflüssigkeit identisch ist.

Wegen des Vorhandenseins des perilymphatischen Raumes ist die knöcherne Umhüllung, welche man als knöchernes Labyrinth, Labyrinthus osseus, bezeichnet, eine vergröberte und in einzelnen Teilen ungenaue Wiederholung des häutigen Labyrinthes, Labyrinthus membranaceus. Man kann sie ihrer großen Härte wegen (2. Abt. S. 55), besonders leicht beim Neugeborenen, aus dem umgebenden weicheren Knochen auspräparieren und kann sie auch am mazerierten Präparat mit einer erstarrenden Masse füllen, welche nach Zerstörung des Knochens ein gutes Bild der Anordnung des Ganzen gibt (*44, 45*). Bei der Beschreibung geht man am besten vom knöchernen Labyrinth aus. Vorher aber ist erst des inneren Gehörganges Erwähnung zu tun, welcher wegen seiner Beziehung zum Hörnerven mit dem Labyrinth in engster Verbindung steht (M. H.).

### a) Innerer Gehörgang, Meatus acusticus internus.

Der innere Gehörgang stellt den Zuleitungsgang für die Nerven und Gefäße dar, welche zum Labyrinth verlaufen. Er enthält außerdem den Nervus facialis, welcher nur das Schläfenbein passiert, ohne etwas mit dem Gehörorgan zu tun zu haben. Von der Schädelhöhle aus im Porus acusticus internus zugänglich, senkt sich der innere Gehörgang, in lateraler Richtung verlaufend, in die hintere Wand der Schläfenbeinpyramide ein und endet in der Tiefe blind. Der ausgehöhlte Grund des Ganges, Fundus, wird durch eine kräftig vorspringende Leiste, Crista transversa, in eine obere und eine untere Abteilung geteilt, von welchen jede wieder einen niederen, vertikalen Vorsprung zeigt (*43*). Es entstehen dadurch vier Gruben, die Area nervi facialis vorn und oben, die Area cochleae vorn und unten, die Area vestibularis superior und inferior, nach hinten von diesen beiden. Durch eine Öffnung der Area nervi facialis tritt der Nerv in den nach ihm benannten Kanal. Die Area cochleae trägt ein kreisförmiges Feld feiner Löcher mit einer etwas größeren zentralen Öffnung, Foramen centrale cochleae. An den vorderen Rand des Feldes schließt sich ein spiraliger Streifen von ebenfalls kleinen Löchern, Tractus spiralis foraminosus. Durch alle diese Öffnungen werden der Schnecke Nerven-

fasern zugeführt. Die Area vestibularis superior zeigt eine kleine Gruppe von Öffnungen, welche Nerven zur Macula cribrosa superior des Vorhofes passieren lassen. Die Area vestibularis inferior wird von mehreren kleinen Gruppen von Öffnungen durchbohrt, welche Nerven zur Macula cribrosa media des Vorhofes bringen. Ein einzelnes, etwas größeres Löchelchen, Foramen singulare, führt zur Macula cribrosa inferior des Vorhofes.

### b) Knöchernes Labyrinth, Labyrinthus osseus.

Das knöcherne Labyrinth liegt mit seiner medialen Wand dem inneren Gehörgang unmittelbar auf, während sich die laterale Wand der Paukenhöhle zuwendet. Die beiden am häutigen Labyrinth vorhandenen Abteilungen, Sacculus und Utriculus, sind am knöchernen nicht getrennt, sondern liegen in einer gemeinsamen Kammer vereinigt, dem Vorhof, Vestibulum; von ihm gehen einerseits die knöchernen Bogengänge, andererseits die knöcherne Schnecke aus (*44*, *45*).

Das ganze Labyrinth ist so orientiert, daß die Schnecke nach vorn und unten sieht, die Bogengänge nach oben und hinten liegen (*63*, *64*).

Die laterale, der Paukenhöhle zugekehrte Wand des Vestibulum zeigt ein mit dem längsten Durchmesser horizontal gestelltes Loch von Nierenform, das Vorhofsfenster, Fenestra vestibuli (*48*). Eine zweite schief nach hinten gerichtete Öffnung dieser Wand von rundlicher Form, das Schneckenfenster, Fenestra cochleae, gehört, wie der Name sagt, nicht dem Vorhof, sondern der Schnecke an.

Über die mediale Wand des Vorhofes (*46*) zieht eine vertikale Firste, die Crista vestibuli, welche die Fläche in zwei flache Gruben teilt, eine obere hintere, Recessus ellipticus, die den Utriculus und eine vordere untere, Recessus sphaericus, die den Sacculus aufnimmt. Die Crista selbst läuft nach oben in eine scharfe Spitze aus, Pyramis vestibuli. Nach unten spaltet sich die Crista in zwei Schenkel, welche den Recessus cochlearis einschließen. Eine schmale Furche führt längs dem unteren Rand des Recessus ellipticus zur Apertura interna Aquaeductus vestibuli. Der Aquaedukt ist ein Kanälchen, welches durch den Knochen nach hinten aufsteigt und an der Rückseite der Pyramide mit der spaltförmigen Apertura externa aquaeductus vestibuli mündet (2. Abt. S. 56).

Wie schon erwähnt wurde, führen die feinen Öffnungen im Grund des inneren Gehörganges in den Hohlraum des inneren Ohres hinein, wo sie als Maculae cribrosae erscheinen. Die größte ist die Macula cribrosa superior; sie liegt am oberen Ende der Crista vestibuli und liefert dem Utriculus und den benachbarten Bogengängen ihre Nerven. Die Macula cribrosa media befindet sich unter der Mitte des Recessus sphaericus, sie führt die Nerven des Sacculus; die kleinste, Macula cribrosa inferior, liegt im Recessus ellipticus nahe der Mündung der Ampulle des hinteren vertikalen Bogenganges, dessen Nerven sie aufnimmt.

Die Bogengänge, Canales semicirculares, sind Kanäle, welche aus der hinteren Wand des Vestibulum entspringen und nach einem etwas mehr als halbkreisförmigen Verlauf in dasselbe zurückkehren. Es gibt deren bei allen Wirbeltieren, mit Ausnahme der Cyclostomen, drei, entsprechend den drei durch die Schläfenbeinpyramide zu legenden Normalebenen (*44*, *45*). Der eine derselben, Canalis semicircularis lateralis, liegt in der Horizontalebene und zugleich in der Öffnung des Winkels, welchen die beiden anderen einschließen. Die beiden anderen liegen in vertikalen Ebenen, von denen die eine parallel der Längsachse der Pyramide, die

andere senkrecht gegen dieselbe gerichtet ist. Der senkrecht zur Längsachse stehende Canalis semicircularis superior ist der vordere und höher gelegene, der parallel der Längsachse stehende Canalis semicircularis posterior ist der hintere und tiefer gelegene (*63, 64*).

Das Lumen der Bogengänge ist etwas abgeplattet und der eine Schenkel eines jeden Bogenganges, Crus ampullare, besitzt an seinem Ende eine Erweiterung, Ampulla. Am oberen Bogengang findet man die Ampulle am oberen, am hinteren Bogengang am unteren Ende. Am horizontalen Bogengang ist das vordere Ende das ampulläre. Was die anderen Schenkel betrifft, so treten die einander benachbarten der vertikalen Bogengänge vor der Einmündung zu einem gemeinsamen Schenkel, Crus commune, zusammen, wodurch sich die Zahl der Öffnungen in der hinteren Wand des Vorhofes auf fünf reduziert. Das einfache Ende des lateralen, horizontalen Bogenganges, Crus simplex, ist das hintere (*44, 45*).

Die knöcherne Schnecke, Cochlea, gleicht dem Haus einer Gartenschnecke. Sie stellt einen zweieinhalbmal bis höchstens dreimal spiralig gewundenen Kanal dar, Canalis spiralis cochleae (*44, 45*). Derselbe geht ganz unten aus der vorderen Vorhofswand, und zwar aus dem Recessus sphaericus hervor; man nennt seine Mündung Apertura vestibularis cochleae. Dicht daneben steht die Schnecke auch mit der Paukenhöhle in Verbindung, und zwar durch die erwähnte (S. 36) Fenestra cochleae. Zwischen den beiden Mündungen beginnt eine von der inneren Fläche des Vorhofes vorspringende, unvollständige Scheidewand, Lamina spiralis (*46, 47*), welche den Schneckenkanal bis zum blinden Ende hin unvollkommen in zwei Gänge oder Treppen teilt, Scala vestibuli und Scala tympani. Dem Anfang der Lamina spiralis kommt, ohne sie zu erreichen, von der äußeren Wand des Schneckenkanales ein schmales Plättchen entgegen, die Lamina spiralis secundaria, welche zur Scheidung der beiden Scalae beiträgt. Ganz nahe dem Schneckenfenster öffnet sich in die Scala tympani ein Kanälchen, der Canaliculus cochleae, dessen äußere Mündung, Apertura externa canaliculi cochleae, an der unteren Fläche der Pyramide, schon bekannt ist (2. Abt. S. 58).

Ehe der Schneckenkanal beginnt sich spiralig aufzuwinden, läuft er für eine kurze Strecke frei und leicht aufwärts gebogen. Der obere Rand dieser Strecke entspricht dem Tractus spiralis foraminosus des inneren Gehörganges. Von den Windungen ist jede folgende enger, als die vorhergehende, und jede folgende erhebt sich lateralwärts über die vorhergehende. Die Spitze der Schnecke enthält das blinde Ende des Kanales, Cupula. Sie ist abgerundet und liegt ungefähr der Mitte der Basis gegenüber, welche dem inneren Gehörgang zugewendet ist.

Der konische Stab, welcher in der Flucht des inneren Gehörganges die Schnecke von der Basis bis zur Spitze durchzieht, ist die Spindel, Modiolus (*53*). Sie stellt die innere Wand des Schneckenkanales dar und von ihr aus erstrecken sich die Zwischenwände der Windungen zur äußeren Wand der Schnecke; sie gehen in den der Basis näheren Windungen fast unter rechtem Winkel vom Modiolus ab, näher der Spitze allmählich mehr mit der äußeren Fläche gegen den Modiolus geneigt, so daß der Teil der Zwischenwand, welcher den Boden des letzten blinden Endes des Schneckenkanales bildet, Lamina modioli, fast aufrecht und in der Flucht des Modiolus zu stehen kommt (*47, 57*). Ziemlich in der Mitte jeder Windung und demnach alternierend mit den Zwischenwänden schlingt sich um den Modiolus die erwähnte Lamina spiralis, welche ungefähr bis in die Mitte des Schneckenkanales vorspringt. Sie ist

sehr zerbrechlich, da sie von zahlreichen feinsten Nervenkanälchen durchsetzt wird. Am oberen Ende löst sie sich vom Modiolus ab und erscheint als ein frei in die letzte Windung ragendes Häkchen, Hamulus laminae spiralis (*46*, *47*); die Lücke zwischen dem Modiolus und dem dem Modiolus zugewandten Rande des Hamulus, das Schneckenloch, Helicotrema, bleibt auch dann offen, wenn die beiden Scalae durch den häutigen Ductus cochlearis, der sich an den äußeren Rand der Lamina spiralis fügt, voneinander abgeschlossen werden und vermittelt die Kommunikation der Scalae.

Die Basis modioli steht auf der Area cochleae des inneren Gehörganges und es besteht der Modiolus wie die Lamina spiralis aus spongiöser Knochensubstanz, durch welche die Nervenfasern verlaufen, welche zur häutigen Schnecke ziehen (*53*). In der Basis am breitesten, verschmälert er sich nach der Spitze hin in dem Maße, als er die in ihm liegenden Nervenbündel an die Lamina spiralis abgibt. Auf ihrem Weg nach der Spiralplatte treten die Nerven in den Canalis spiralis modioli ein, welcher am äußeren Umfang des Modiolus, dem Ansatz der Lamina spiralis folgend, entlang läuft. Im Modiolus liegen die Nerven in längsverlaufenden Kanälchen, Canales longitudinales modioli, welche von der Area cochleae des inneren Gehörganges ausgehen.

Die innere Oberfläche des knöchernen Labyrinthes besitzt ein zartes Periost, welches Pigmentzellen und zahlreiche Blutgefäße enthält. Mit der Außenseite des häutigen Labyrinthes steht es durch spärliche Bindegewebsbalken in Verbindung. Zwischen Periost und häutigem Labyrinth findet man den perilymphatischen Raum (S. 35). Er ist von einem einfachen Plattenepithel ausgekleidet, dessen Zellen, soweit sie das Periost bedecken, Pigmentkörnchen enthalten.

Das knöcherne Labyrinth des Neugeborenen (und damit auch das häutige) steht in seinen Dimensionen kaum hinter dem des Erwachsenen zurück. Man kann also sagen, daß die empfindenden Teile des Ohres bei der Geburt bereits ihre definitive Ausbildung erreicht haben. Die spongiösen Teile des Felsenbeines sind dagegen noch wenig ausgebildet, so daß die Labyrinthkapsel an mehreren Stellen noch ganz frei liegt, besonders ist dies beim oberen und vorderen Bogengang der Fall (vgl. II. Abt. S. 61). Im Laufe der Zeit verdickt sich die Labyrinthkapsel noch erheblich.

Der innere Gehörgang ist in Verbindung mit der geringen Ausbildung der spongiösen Teile des Felsenbeines beim Neugeborenen erst angedeutet, er bildet sich erst im Laufe der Jugendjahre aus.

### c) Häutiges Labyrinth, Labyrinthus membranaceus.

Das häutige Labyrinth besteht aus zwei blasenförmigen Abteilungen, dem ovalen Säckchen, Utriculus, welcher in den Recessus ellipticus, und dem runden Säckchen, Sacculus, welcher in den Recessus sphaericus eingefügt ist. Vom Utriculus gehen die Bogengänge, Ductus semicirculares, aus, vom Sacculus die Schnecke, Cochlea. Bogengänge und Schnecke entsprechen in der angegebenen Weise den Teilen des knöchernen Labyrinthes (*49*).

Sacculus und Utriculus sind miteinander durch den Ductus endolymphaticus verbunden, so daß also sämtliche Teile des häutigen Labyrinthes unter sich, wie erwähnt, in offener Verbindung stehen. Es sei daran erinnert, daß das häutige Labyrinth die entsprechenden Hohlräume des knöchernen Labyrinthes bei weitem nicht ausfüllt, wodurch für die Perilymphe Raum geschaffen wird, und daß das häutige Labyrinth selbst von der Endolymphe ausgefüllt wird.

## Ovales Säckchen, Utriculus[1]).

Derselbe (*49*) ist eine dünnwandige Röhre von ovalem Durchschnitt, welche schräg von vorn und oben nach hinten und unten orientiert ist. Man könnte ihn birnförmig nennen, indem er oben mit einem kuppelförmigen Blindsack abschließt, während sein unteres Ende mit der Ampulle des anstoßenden Bogenganges zusammenhängt. Nur die dem Recessus ellipticus anliegende und mit ihm fest verbundene Seite des Blindsackes besitzt eine Nervenendstelle, Macula acustica utriculi. Der übrige Teil der Wand ist nervenlos.

## Bogengänge, Ductus semicirculares.

Die Lage und Richtung der häutigen Bogengänge ist durch die schon bekannte Gestaltung der knöchernen Kanäle bestimmt, in welchen sie enthalten sind; man unterscheidet demnach einen Ductus semicircularis superior, posterior und lateralis (*49*). Auch die Lage der Ampullen, Ampullae membranaceae, ist von der Beschreibung des knöchernen Labyrinthes her bekannt. Sie stellen ovale, blasenartige Gebilde dar, welche ziemlich rasch verjüngt in die schlauchförmigen Bogengänge übergehen. Die Ampulla membranacea superior und lateralis stoßen aneinander und münden mittelst eines gemeinsamen Divertikels in den oberen Teil des Utriculus. Die Ampulla membranacea posterior steht mit dem unteren Ende des Utriculus durch eine kurze, enge Röhre in Verbindung. Alle drei Ampullen besitzen ganz gleichartige Nervenendstellen, welche an der dem konvexen Rand des Bogenganges entsprechenden Seite stehen. Die Längsachse derselben steht quer zu derjenigen des Kanales selbst. Sie stellen eine halbmondförmige, in das Innere der Ampulle einspringende Falte der Wand dar, so daß an der äußeren Seite ein Sulcus ampullaris, an der inneren eine Crista ampullaris entsteht (*52*). Diese ist an beiden Enden etwas verbreitert, so daß sie biskuitförmig erscheint. Der ganze übrige Teil der Bogengänge ist nervenlos.

Auch die nervenfreien Schenkel der Bogengänge münden mit einer ampullär aussehenden Erweiterung in den Utriculus (*49*).

Die häutigen Bogengänge sind an der Wand der knöchernen, und zwar an dem vom Krümmungsmittelpunkt entferntesten Teil dieser Wand angeheftet (*50*). Sie sind beträchtlich enger, als die zu ihrer Aufnahme bestimmten Knochenkanäle. Nur die Ampullen füllen die ampullären Erweiterungen des knöchernen Labyrinthes einigermaßen aus; demgemäß ist der Unterschied der Weite, der zwischen dem eigentlichen Rohr und der Ampulle besteht, an den häutigen Bogengängen viel auffallender als an den knöchernen.

## Rundes Säckchen, Sacculus.

Dasselbe ist stark abgeplattet und von unregelmäßiger Gestalt (*49*). Es verjüngt sich nach unten allmählich und geht in den Ductus reuniens (Henseni) über, welcher ihn mit dem Anfangsteil der häutigen Schnecke in Verbindung setzt. Vom lateralen Umfang des Sacculus geht der Ductus endolymphaticus ab, welcher an seinem Anfang den Ductus utriculosaccularis aufnimmt, ein sehr enges Kanälchen, welches vom Utriculus ausgeht; durch ihn ist ein Ausgleich der Endolymphe beider Abteilungen des häutigen Labyrinthes möglich. Der Ductus endo-

[1]) Die Beschreibung des häutigen Labyrinthes folgt im wesentlichen Retzius (1884) und M. H.

lymphaticus verläßt durch den Aquaeductus vestibuli das knöcherne Labyrinth und endigt blind in dem meist etwas erweiterten Saccus endolymphaticus zwischen zwei Blättern der Dura mater (*49*). Vermutlich dient dieser Blindsack als Expansionsgefäß für den Überschuß an Endolymphe, welcher gelegentlich im Labyrinth vorhanden sein wird. Es ist bemerkenswert, daß der Ductus endolymphaticus bei der Entwickelung schon aus dem noch ungegliederten Hörbläschen hervorsproßt (1. Abt. S. 164).

Der Sacculus trägt seine Macula acustica sacculi an der Stelle, an welcher er im Recessus sphaericus an die Wand des Vestibulum angeheftet ist und ist im übrigen, wie der Utriculus, nervenlos. Mit der Wand dieses letzteren ist der Sacculus in der Ausdehnung von etwa einem Millimeter sehr fest, aber nicht untrennbar verbunden.

## Schneckengang, Ductus cochlearis.

Der in der knöchernen Schnecke gelegene Ductus cochlearis beginnt blind mit dem Vorhofsblindsack, Caecum vestibulare, welcher im Recessus cochlearis (S. 36) seinen Platz hat, im Vorhof, und endet ebenfalls blind, mit dem Kuppelblindsack, Caecum cupulare, in der Spitze der knöchernen Schnecke (*49*). Mit dem Sacculus hängt er zusammen durch den erwähnten Ductus reuniens, der aus der unteren Wand des Sacculus hervorgeht und sich in die obere Wand des Ductus cochlearis rechtwinkelig so einsenkt, daß dadurch der Vorhofsblindsack in ähnlicher Weise abgegrenzt wird, wie der Blinddarm durch die Einsenkung des Ileum in das Colon.

Der Ductus cochlearis ist im Querschnitt in seinen unteren Teilen dreiseitig, nach der Spitze der Schnecke mehr oval (*57*), durch drei Wände begrenzt, von denen zwei sich von der knöchernen Lamina spiralis divergierend gegen die äußere Schneckenwand erstrecken und die dritte dem Teil der äußeren Schneckenwand entspricht, den die Insertionen der beiden anderen zwischen sich fassen. Die letztere ist an den Knochen angewachsen, mit dem Periost verschmolzen und demnach gegen das Lumen des Ductus cochlearis konkav [1]); von den mit der Lamina spiralis zusammenhängenden membranösen Wänden verläuft die eine, Lamina basilaris, in der Flucht der Lamina spiralis, die andere, Membrana vestibularis (Reißneri) geht unter spitzem Winkel von der lateralen (mit Beziehung auf die Basis der Schnecke oberen) Fläche der Lamina spiralis aus, schneidet also gewissermaßen zugunsten des Ductus cochlearis einen Teil der Scala vestibuli ab (*58*). Auf der Lamina basilaris ruhen die Endorgane der Hörnerven und bilden das Organon spirale (Cortii).

Der in die Schnecke eingefügte Ductus cochlearis trennt die am Skelet durch die Lamina spiralis sehr unvollkommen voneinander geschiedenen Scalae erst vollständig und es geht die Scala vestibuli aus dem perilymphatischen Raum des Vestibulum hervor, während die Scala tympani mit der Membrana tympani secundaria abschließt, welche die Fenestra cochleae ausfüllt. Über dem Kuppelblindsack stehen die beiden Scalae durch eine enge Öffnung im Helicotrema in Zusammenhang.

## Feinerer Bau des häutigen Labyrinthes.

1. Säckchen und Bogengänge. Im Bau und in der Art der Nervenendigung stehen die beiden Säckchen und die Bogengänge auf der einen Seite, dem Ductus

[1]) Sulcus spiralis externus.

cochlearis auf der anderen Seite gegenüber; dieser letztere nimmt also eine besondere Stellung ein. Die ersteren teilen sich wieder insofern in zwei Unterabteilungen, als die Säckchen auf ihrer Macula acustica die Otolithen tragen, während die Gehörleisten der Bogengänge solche nicht besitzen. Die Wände der Bläschen und der häutigen Bogengänge sind durchsichtig, wasserhell, sehr zart; die äußerste Schichte derselben ist eine gefäßreiche Propria, deren Gewebe dem des Periostes gleicht; ihr folgt nach innen eine Basalmembran und ein Epithel, welches, abgesehen von den Nervenendstellen, aus kleinen, platten, sechsseitigen Zellen zusammengesetzt ist. Nur die Raphe der Bogengänge bildet eine Ausnahme. Sie ist ein Zellstreifen auf der konkaven Seite der Bogengänge, welche Zylinderepithel trägt.

Wie schon erwähnt, sind Utriculus und Sacculus mit der einen Wand, und zwar der medialen, an dem entsprechenden Recessus des Vestibulum befestigt; dies geschieht mittelst feiner Gefäß- und Nervenzweige und eines sehr zarten netzförmigen Bindegewebes; ihre laterale Wand liegt frei und ist durch einen ansehnlichen, von Perilymphe eingenommenen Zwischenraum von der lateralen Wand des Vestibulum geschieden. An dem befestigten Teil, an welchem die Nerven hinzutreten, verdickt sich die Wand zu der ebenfalls schon erwähnten Macula acustica (*51*). Die vermehrte Mächtigkeit dieser Stelle beruht auf Zunahme aller Schichten, der Propria, der Basalmembran und des Epithels. Die Zunahme der Mächtigkeit des Epithels ist bedingt durch die allmähliche Umwandlung der Pflaster- in Zylinderzellen. Diese letzteren scheiden sich in Stütz- und Haarzellen (*53*). Die Stützzellen[1]) behalten ihre zylindrische Form bei, soweit es die Haarzellen erlauben. Sie tragen an ihrer freien Oberfläche eine Membrana limitans acustica, durch deren Öffnungen die Köpfe der Haarzellen hervorragen. Diese Zellen sind birnförmig gestaltet; an ihrem freien Ende tragen sie ein Büschel feiner Haare (Hörhaare), welche man durch die angewandten Reagentien häufig zu einem pinselförmig zugespitzten Gebilde verklebt findet. An ihrem der Unterlage zugewandten abgerundeten Ende stehen die Haarzellen mit den herantretenden Nerven in Verbindung (*53, 54*). Diese letzteren tragen an ihrem Ende schalenförmige Verbreiterungen, in welchen die Haarzellen ruhen und von welchen sich Fäserchen erheben, die am äußeren Umfang der Haarzellen aufsteigen. Vielfach sieht man, daß die Nervenfasern erst eine Strecke horizontal unter den Haarzellen hinlaufen, ehe sie endigen. Die Nerven sind Zweige des N. vestibuli; sie gelangen aus der Epithelschichte durch die Basalschichte in die Tiefe. Dort umgeben sie sich mit Markscheiden und sammeln sich erst zu feineren, dann zu stärkeren Bündeln, welche hier und da miteinander anastomosieren. Endlich erreichen sie ihre Nervenzellen, welche ein Ganglion des Nervenstämmchens bilden.

Die Macula acustica bedecken die Otolithen (*55*), ein flaches, unregelmäßig begrenztes Häufchen eines kreideweißen Pulvers, welches durch eine weiche, fast schleimige Grundlage zusammengehalten wird. Das Pulver besteht aus mikroskopischen Kristallen von kohlensaurem Kalk; man nennt dasselbe im ganzen Otoconia.

Die Verhältnisse der Cristae acusticae der Ampullen sind genau die gleichen, wie die der eben beschriebenen Maculae, nur sind die Hörhaare länger wie in den Säckchen. Zwischen und über den Hörhaaren befindet sich eine durchsichtige, gallertartige Substanz, Cupula, welche durch die Einwirkung von Reagentien gerinnt und dadurch deutlich sichtbar wird (*52*).

[1]) Faserzellen.

2. Schnecke. Den Zusammenhang der membranösen, den Ductus cochlearis begrenzenden Wände mit der knöchernen Lamina spiralis vermittelt ein bindegewebiges Polster, der Limbus laminae spiralis (*58*). Er gehört vorzugsweise der vestibulären Fläche der Lamina spiralis an und erhebt sich aus dem Periost derselben als eine sanft aufsteigende und dadurch allmählich an Mächtigkeit zunehmende Verdickung, deren gegen die äußere Schneckenwand gerichtete Wand tief ausgehöhlt ist und deshalb Sulcus spiralis[1]) genannt wird. Die Oberfläche des Limbus ist mit kleinen Wärzchen besetzt, welche sich je näher dem Rand um so mehr gegen denselben neigen und an dem zugeschärften oberen Rand des Sulcus spiralis, dem Labium vestibulare, eine Reihe platter, liegender Zähne, Gehörzähne, darstellen. Mit dem unteren Rand, dem Labium tympanicum des Sulcus spiralis, vereinigt sich das Periost der unteren Platte der Lamina spiralis.

Die Membrana vestibularis entspringt von der oberen Fläche der Lamina spiralis so, daß der größere Teil des Limbus spiralis in den Ductus cochlearis mit einbezogen wird. Sie ist sehr zart und zerreißlich und besteht aus einer bindegewebigen Grundlage, welche an ihrer äußeren Fläche das Epithel des perilymphatischen Raumes (S. 38), an ihrer inneren Fläche ein einfaches niederes Epithel trägt.

Die Lamina basilaris ist die direkte Fortsetzung des Labium tympanicum; sie besteht aus einer strukturlosen Schichte, in welcher feine, dichtstehende, regelmäßige, in radiärer Richtung gerade verlaufende Fasern[2]) von etwa 0,002 mm Dicke in einfacher Reihe verlaufen. Ihre Länge nimmt von der Basis bis zur Spitze der Schnecke zu.

An der äußeren Fläche der Membran verlaufen, beim Erwachsenen nicht ganz beständig, mehrere dem Anheftungsrand der Membran parallele, konzentrische Züge bindegewebiger Fasern, deren einer ein Gefäß, Vas spirale, einhüllt (*60*).

Die äußere Wand des Schneckenkanales wird vom Periost gebildet. Dasselbe ist hier besonders mächtig und gefäßreich und durch eine gelb- bis braunrötliche Farbe ausgezeichnet. Die Lamina basilaris befestigt sich an einer stark vorspringenden leistenartigen Verdickung derselben, Ligamentum spirale (*58*). An eine ähnliche, aber weniger vorspringende Leiste setzt sich die Membrana vestibularis an. Oberhalb des Ansatzes der Lamina basilaris springt in den Schneckenkanal ein halbzylindrischer Wulst vor, die Prominentia spiralis (*58*). Zwischen ihr und dem Ansatz der vestibulären Wand wird die äußere Wand des Schneckenganges von einer Schichte nicht ganz klaren Baues gebildet, welche man als eine Mischung von Epithel und Bindegewebe bezeichnen könnte, Stria vascularis, in welcher zahlreiche Gefäße bis dicht unter die Oberfläche gelangen. Sie scheinen dazu bestimmt zu sein, die Endolymphe abzusondern.

Auf der Membrana basilaris ruht der akustische Endapparat, Organon spirale (Cortii) (*59*, *60*), ein sehr kompliziertes Organ, aus einer Mannigfaltigkeit von Gliedern zusammengesetzt, deren Anteil an der Leitung und Perzeption des Schalles noch nicht feststeht. An ein musikalisches Instrument, insbesondere an die Tasten, Hämmer und Saiten des Klaviers, erinnert die Anordnung der Glieder durch ihre im ganzen gleichmäßige Wiederholung von der Basis bis zur Spitze der Schnecke. Die Ähnlichkeit wird noch frappanter dadurch, daß die einander im ganzen gleichartigen Elemente doch wieder in einzelnen Punkten voneinander verschieden sind, so nament-

[1]) Sulcus spiralis internus.
[2]) Gehörsaiten.

lich die radiären Fasern der Membrana basilaris, deren Länge, entsprechend der Breite dieser Membran, wie erwähnt, von der Basis zur Spitze allmählich wächst, von 0,17 bis auf 0,5 mm. Eine ungefähre Schätzung der Zahl dieser Fasern (etwa 13 400) legt die Vermutung nahe, daß sie die Bedeutung von Saiten haben, die den objektiven Tönen konsonierend schwingen.

Trotz der weitgehenden Differenzierung, welche das Spiralorgan im Laufe der Entwickelung erlangt, entsteht es ganz wie die Epithelbedeckungen der Maculae und Cristae acusticae aus dem Epithel des Schneckenganges, welches im übrigen nieder ist, aber an der Stelle des späteren Endapparates sich zu einer Schichte hoher Zylinderzellen erhebt, aus welchen sich dann die nun zu beschreibenden Gebilde ausbilden.

Die Grundlage des akustischen Endapparates sind Pfeiler, welche sich wie die Sparren eines Daches gegeneinander neigen und mit ihren Köpfen zusammenstoßen (*60*). Es sind dies die Gehörpfeiler, Bacilli acustici. Nach ihrer Lage unterscheidet man innere und äußere Pfeiler. Die inneren Pfeiler sind kürzer und steiler gestellt, die äußeren länger und schräger gelagert. Den spitzen Winkel zwischen dem verbreiterten unteren Ansatz (der Fußplatte) der Pfeiler und der Membrana basilaris nimmt eine Zelle ein, die Bodenzelle, welche nichts anderes ist, als der kernhaltige Rest der Zelle, aus welcher entwickelungsgeschichtlich der Pfeiler entstanden ist. Sie liefert dem ganzen Pfeiler einen dünnen protoplasmatischen Überzug. Die Substanz der Pfeiler ist glänzend und fibrillär gebaut[1]). Die Köpfe derselben sind in beiden verschieden, indem der Innenpfeiler eine konkave Pfanne trägt, in welche ein konvexer Kopf des Außenpfeilers hineinpaßt. Doch stehen die inneren Pfeiler etwas gedrängter als die äußeren (12 zu 7 bis 8), so daß meistens an einem Gelenk mehr als zwei Pfeiler sich beteiligen, wodurch die Festigkeit der gegenseitigen Verbindung erhöht wird. Der Kopf der inneren Pfeiler wird von einer Kopfplatte bedeckt, an den Kopf des äußeren Pfeilers schließt sich nach außen ein zungenförmiger Fortsatz an[2]), welcher mit der Membrana reticularis (s. unten) in Zusammenhang steht. Die Körper der Pfeiler stoßen nicht zusammen, es bleiben vielmehr zwischen ihnen Spalten, welche eine Zirkulation von Flüssigkeit erlauben.

Unter den dachartig angeordneten Pfeilern findet man einen tunnelartigen Gang und auf ihren äußeren Flächen liegen die Zellen, welche mit den Fasern des N. cochlearis in Verbindung treten (*60*). Wie in den Säckchen und Ampullen sind diese Zellen birnförmig und so kurz, daß sie, wie dort, nur durch die halbe Epithelschichte reichen. Man nennt sie Haarzellen[3]). Es gibt innere und äußere Haarzellen, deren aufwärts gerichtetes Ende mit gleich langen, aber kurzen, steifen, glänzenden, bis zum freien Ende gleich breiten Härchen besetzt ist (Retzius 1884). Die inneren Haarzellen liegen in einfacher Reihe auf den inneren Pfeilern (*59*) und es ist ihr Kopf durch kurze horizontale Fortsätze, welche von den Kopfplatten der Pfeiler abgehen, beiderseits flankiert. In dem oberen Teil der Zellen findet man eine dunklere, rundliche Protoplasmaverdichtung eingeschlossen. Die äußeren Haarzellen schließen sich in drei oder vier Reihen, wenn auch nicht unmittelbar an den oberen Teil der äußeren Pfeiler an (*60*). Ihre ebenfalls in einfacher Reihe stehenden Hörhaare sind um ein Drittel kürzer, wie die der inneren Haarzellen, und ihr Protoplasma ist nicht ganz gleichmäßig, indem sich, deutlicher wie in den inneren Haarzellen, ein rundlicher, von einem

[1]) Rundliche Innenkörper in Kopf und Fuß der äußeren Pfeilerzellen sind keine Kerne.
[2]) Ruder.
[3]) Hörzellen.

Spiralfaden umwickelter Körper[1]) findet. Auch das untere Ende der Zelle ist stärker gekörnt[2]).

Die äußeren Haarzellen werden in ihrer Lage durch Stützzellen (Deiterssche Zellen) festgehalten, welche zwischen ihnen aufsteigen. Sie sind unten, wo die Haarzellen nicht mehr hinreichen, breit und stehen mit sechsseitiger Basis auf der Membrana basilaris, nach oben zwischen den Haarzellen verjüngen sie sich dagegen beträchtlich. Sie sind der Länge nach von einem starken, fibrillär gebauten Faden[3]) durchzogen, was sie einigermaßen den Pfeilern mit ihren Bodenzellen ähnlich macht. Zwischen den Köpfen der Haarzellen endigen sie mit verbreiterten Platten, welche durch Schlußleisten umrahmt werden. Durch die zu beiden Seiten der Platte liegenden Haarzellen wird dieselbe in ihrer Mitte eingeschnürt, so daß sie im ganzen eine biskuitähnliche Form annimmt (*59*). Man hat ihre Form mit der knöchernen Fingerglieder verglichen und sie deshalb als Phalangen bezeichnet. Die Gesamtheit der Köpfe der Deitersschen Zellen führt den Namen Membrana reticularis wegen der Zeichnung, welche ihre Flächenansicht zeigt. Sie ist das Analogon der Limitans acustica der Säckchen und Ampullen.

Nach innen von den inneren Haarzellen sind die daselbst befindlichen Epithelzellen ebenfalls zu Stützzellen ausgebildet. Ihre kutikulare Bedeckung schließt sich an die erwähnten horizontalen Fortsätze der Kopfplatte der inneren Pfeiler an, so daß die inneren Haarzellen ebenfalls von einem Ring umrahmt und dadurch in ihrer Lage fixiert werden.

Die hohen Stützzellen der Innenseite des Cortischen Organs decken sich dachziegelförmig, sie sinken rasch zu dem niederen einfachen Epithel herab, welches den ganzen Schneckengang bedeckt. Nach außen von der letzten Reihe der äußeren Haarzellen folgt ein ansehnlicher Wulst hoher Zellen[4]), welche von einer kutikularen Fortsetzung der Membrana basilaris bedeckt sind. Sie werden rasch niederer, um in das niedere allgemeine Epithel des Schneckenganges überzugehen (*60*).

Über dem akustischen Endapparat breitet sich die Membrana tectoria[5]) aus, welche als Cuticula dem Epithel des Schneckenganges entstammt (*58, 60*). Sie entspringt an der oberen Fläche des Labium vestibulare dicht nach außen von der Membrana vestibularis und endet über den äußeren Haarzellen. Soweit sie auf dem Labium vestibulare ruht, ist sie einfach und dünn; der Teil, welcher den Endapparat deckt, erreicht eine bedeutende Mächtigkeit und besteht aus zahlreichen Schichten feiner, in jeder Schichte paralleler, in benachbarten Schichten spitzwinkelig gekreuzter Fasern. Das äußere Ende ist in der Basalwindung verdickt, in den oberen Windungen ein feines Netzwerk, von welchem an Schnittpräparaten Fasern frei über die äußeren Haarzellen hinausragen. Über den inneren Haarzellen trägt die Unterseite der Membran einen spiralig verlaufenden glänzenden Streifen[6]).

Wenn die Membran auch an Schnittpräparaten der Schnecke oft weit vom Cortischen Organ abgehoben erscheint, so ist es doch wahrscheinlich, daß sie im Leben allenthalben den Haaren der Haarzellen genau anliegt.

Nervenversorgung. In jede Nervenfaser ist während ihres Verlaufes durch

---

[1]) Hensenscher Spiralkörper.
[2]) Retziusscher Körper.
[2]) Retziusscher Faden.
[4]) Hensensche Zellen.
[5]) Cortische Membran.
[6]) Hensenscher Streifen.

den Canalis spiralis modioli eine Nervenzelle eingeschaltet. Die Nervenzellen in ihrer Gesamtheit bilden eine spiralige Ganglienmasse, Ganglion spirale (*58*). Die peripherisch aus denselben hervortretenden Fasern durchziehen die Lamina spiralis in anastomosierenden Bündeln mit anfangs weiteren, gegen den Rand der Lamina spiralis sehr engen Maschen. An der Grenze des Labium tympanicum[1]) und der Membrana basilaris gehen die feinen Nervenbündelchen durch eine regelmäßige Reihe feiner Öffnungen, Foramina nervosa, von der in Beziehung zum Ductus cochlearis äußeren Fläche der Membrana basilaris auf deren innere Fläche über; dabei verlieren sie die Markscheide und verwandeln sich in feine Fäden, welche sich teilen. Man hat dieselben zu den inneren und zwischen den Pfeilern hindurch zu den äußeren Haarzellen verfolgt. Die meisten der Teilungsäste streichen dabei eine kürzere oder längere Strecke in spiraligen Zügen unter den Reihen der Sinneszellen hin, so daß sie auf einem Durchschnitt des Ductus cochlearis im Querschnitt erscheinen. An den Haarzellen endigen sie in ganz ähnlicher Weise wie an den entsprechenden Zellen der Säckchen nnd Ampullen (*60*).

Von dem so eigentümlich gebauten und noch nicht in allen Einzelheiten vollständig erkannten Organon spirale weiß man, daß es der Empfindung musikalischer Töne dient. Eine große Menge von Wirbeltieren besitzt aber nur Spuren einer Schnecke. Man ist deshalb zu der Ansicht gekommen, daß dieselben gar keine oder doch nur eine unvollkommene Tonempfindung besitzen.

## Gefäße des Labyrinthes.

Wir kennen die Blutgefäße durch die Untersuchungen von Eichler (1892) und Siebenmann (1894) genau (*61, 62*). Das häutige Labyrinth wird ausschließlich von einem Ast der A. auditiva int. versorgt. Die Arterie tritt mit dem N. acusticus in den inneren Gehörgang und teilt sich in drei Zweige, eine A. vestibularis (anterior), A. cochlearis und A. vestibulocochlearis, welch letztere sich wieder in zwei Äste, einen R. cochlearis und R. vestibularis (posterior) spaltet. In die Versorgung der Säckchen und Bogengänge teilen sich die beiden Vestibulararterien in der Art, daß ihre vordere obere Hälfte mit den zugehörigen Ampullen und Bogenschenkeln von der erstgenannten, die hintere untere Hälfte mit der hinteren Ampulle von der letztgenannten versorgt wird. Die Blutversorgung der Schnecke geschieht in der Art, daß ihr allerunterstes Stück noch von dem R. vestibularis posterior Äste erhält, dann folgt der R. cochlearis der A. vestibulocochlearis, und von der mittleren Windung ab übernimmt die A. cochlearis die Blutversorgung.

Über die Kapillarverzweigung in den Säckchen und Ampullen ist nur zu sagen, daß die Maculae und Cristae engmaschige, die übrigen Teile weitmaschige Netze aufweisen. Was die Schnecke anlangt, so findet man, daß die durch den Modiolus herantretenden, dort stark gewundenen Arterien in der Lamina spiralis reichliche Anastomosen bilden, welche zum Teil ähnliche Arkaden darstellen wie im Mesenterium, zum Teil einen spiraligen Verlauf haben; letzteres gilt besonders von den kapillar gewordenen Gefäßen, welche sich vom Ende der Lamina spiralis bis unter das Organon spirale und bis zu dem oben erwähnten (S. 42) Vas spirale erstrecken. In das Ligamentum spirale und die daselbst befindliche Stria vascularis gelangen die Gefäße hauptsächlich durch den äußeren Umfang der Scala vestibuli. Die

[1]) Habenula perforata.

Membrana vestibularis, die äußere Hälfte der Lamina spiralis und der Ductus reuniens sind gefäßlos.

Das venöse Blut des Labyrinthes wird abgeführt durch je eine Vene des Aquaeductus vestibuli und Canaliculus cochleae, sowie durch einen im inneren Gehörgang liegenden Plexus. Die Vene des Vorhofsaquäduktes sammelt die sechs Bogengangsvenen. Die Vene des Schneckenkanals entspricht der Arteria vestibulocochlearis, sie nimmt die Venen des ganzen Ductus cochlearis sowie eines großen Teiles des Vorhofes auf. Die Venen des inneren Gehörganges bilden Collateralen zu den genannten Hauptvenen (Siebenmann 1894). Das Blut aus den Kapillaren der Schnecke gelangt zunächst in die Vena spiralis modioli und von da aus erst in die Aquäduktvene. Der großen Basalwindung ist noch eine zweite (hintere) Spiralvene eigen.

Das knöcherne Labyrinth mit seinem Periost erhält Zweige der Art. auditiva interna, Äste von der Dura mater her und von der Art. stylomastoidea. Die Arterien des knöchernen Labyrinthes anastomosieren mit denen der Paukenhöhle.

Lymphgefäße. Die Lymphe des inneren Ohres wird auf perivaskulärem Wege abgeleitet. Hasse (1887) sagt, daß die Perilymphe durch einen häutigen Gang im Umfang des Foramen jugulare in das periphere Lymphsystem abgeleitet wird, während die Endolymphe durch die Arachnoidealscheide des N. acusticus in den Subarachnoidealraum abfließt.

Praktische Bemerkungen. Starke Schalleindrücke bewirken Atrophie des akustischen Apparates und schädigen dadurch die Gehörsempfindung, z. B. bei Kesselschmieden, Küfern, Artilleristen. Eine Degeneration der nervösen Elemente wird auch sehr häufig als Alterserscheinung beobachtet, jedermann weiß, daß das Gehör alter Leute schlechter zu werden pflegt.

Infektionen können auf verschiedenen Wegen in das Labyrinth eindringen, auf der Bahn der Nerven, der Gefäße, der Perilymphe. Umgekehrt können auf den gleichen Wegen Eiterungen vom Labyrinth aus in die Schädelhöhle eindringen und dort Meningitis oder Kleinhirnabsceß hervorrufen. Mittelohreiterungen können durch die Fenster auf das Labyrinth übergreifen.

Wird durch eine Erkrankung das Labyrinth gereizt, dann findet man als schwächste Reaktion Ohrensausen. Wird die Reizung stärker, dann begegnet man einem Symptomenkomplex, welcher aus Schwindel oder stärkeren Gleichgewichtsstörungen, Nystagmus, Erbrechen, Schwerhörigkeit besteht. Zuweilen tritt er ganz akut auf, dann spricht man von Ménièreschem Symptomenkomplex. Bei vollständiger Zerstörung des Labyrinthes ist natürlich Taubheit die notwendige Folge. Auch zur Nekrose und Ausstoßung von Teilen der knöchernen Labyrinthkapsel kann es kommen.

Taubheit kommt angeboren vor; es handelt sich dann um unvollkommene Ausbildung des Labyrinthes oder angeborene Atrophie des Hörnerven. Ein Kind mit derartigem Leiden lernt natürlich auch nicht sprechen, es ist taubstumm. Taubstummheit kann aber auch die Folge einer Erkrankung in früher Kindheit sein. Verlieren Kinder bis zum 7. Lebensjahr das Gehör, dann verlieren sie auch fast ausnahmslos die Sprache wieder. Meningitis cerebrospinalis, Scharlach, Masern und noch andere Erkrankungen geben dazu die Veranlassung.

Der N. acusticus kann einer Neuritis unterliegen, er wird auch durch gewisse Medikamente (Chinin, Salicylsäurepräparate) vorübergehend geschädigt. Natürlich können ihn auch Tumoren selbst betreffen oder es können ihn solche in seiner Umgebung in Mitleidenschaft ziehen.

Verletzungen ist das Labyrinth wegen seiner gesicherten Lage und wegen seiner großen Festigkeit nur wenig ausgesetzt, doch kann es bei Basisfrakturen immerhin von solchen betroffen werden.

## 2. Schalleitender Teil des Ohres.

### a) Äußeres Ohr. Auris externa.

Der schalleitende Apparat beginnt mit der Ohrmuschel, Auricula, und dem äußeren Gehörgang, Meatus acusticus externus, welche in ihrer Entwickelung enge zusammengehören. Die Ohrmuschel entsteht aus drei Höckern des

ersten und ebensovielen des zweiten Kiemenbogens, welche den Eingang in die erste Kiemenfurche umgeben (s. 1. Abt. S. 186, 202, Fig. 231). Der Gehörgang ist ein Umwandlungsprodukt der ersten Kiemenfurche selbst.

Die Ohrmuschel ist in einem Winkel von 25—45° an die Seite des Kopfes angeheftet und ist in ihrer Länge der der Nase gleich. Eine Linie, welche ihren obersten mit ihrem untersten Punkt verbindet, ist der Richtung des Unterkieferastes gleichlaufend. Die Farbe der Ohrmuschel ist bei normaler Blutfülle rosig; die Muschel ist so dünn, daß das Licht durchscheint, wobei sie eine lebhaft rote Färbung zeigt. Mechanische Insulte steigern die Intensität der Farbe, am Erröten des Gesichtes ist auch das Ohr beteiligt.

Die Ohrmuschel sammelt zwar einigermaßen die herankommenden Luftwellen, doch ist ihre Bedeutung für das Hören nur eine geringe, und man merkt bei einem Menschen, dem die Ohrmuschel fehlt oder verloren gegangen ist, keine wesentliche Abnahme der Hörfähigkeit.

Die Ohrmuschel ist napfförmig vertieft, jedoch mit Unebenheiten versehen, welche wie Verbiegungen ihrer Oberfläche aussehen (*65*). Die eigentliche Vertiefung ist die Concha auriculae, sie setzt sich in die Öffnung des Gehörganges fort. Von vorn her wird diese Öffnung gedeckt durch die Ecke, Tragus[1]), welcher sich wie eine Klappe über sie legt. An seinem freien Rand ist der Tragus entweder abgerundet, oder er ist mit einer oberen und unteren Ecke versehen, welche selbst durch eine leichte Einkerbung in eine obere kleinere (Tuberculum supratragicum) und untere größere Hälfte getrennt sein können. Sein oberes Ende ist durch die Incisura anterior von dem oberen Teil der Muschel abgesetzt, sein unteres Ende geht in eine tiefe Einbiegung, Incisura intertragica, über, von welcher aus man direkt in den unteren Umfang des Gehörganges gelangt. Die Incisur wird an ihrem hinteren Ende von einem höckerartigen Vorsprung, der Gegenecke, Antitragus, begrenzt. Von ihm aus erhebt sich, nur durch eine leichte Einsenkung, Sulcus auriculae posterior abgesetzt, falten- oder leistenförmig die Gegenleiste, Anthelix, welche, die Concha auriculae umziehend, nach oben in zwei Schenkel auseinanderweicht, Crura anthelicis. Dieselben fassen die dreieckige Grube, Fossa triangularis, zwischen sich. Der freie Rand der Ohrmuschel ist nach außen umgekrempt, und man nennt den umgekrempten Saum Ohrleiste, Helix. Die Vertiefung unter ihm führt den Namen Scapha[2]). Das vordere Ende der Helix zieht sich über der Incisura anterior als Crus helicis in die Concha hinein und teilt diese in das eigentliche Cavum conchae unten und die Cymba[3]) oben. Das hintere Ende der Helix verliert sich, allmählich auslaufend, in dem Ohrläppchen, Lobulus auriculae.

An der dem Kopf zugekehrten medialen Seite der Ohrmuschel sieht man das Negativ der an der lateralen Seite vorhandenen Erhöhungen und Vertiefungen, jedoch an dem mit Haut überkleideten Organ weniger ausgesprochen, als an dem freigelegten Knorpelskelet (*68*).

Der äußere Gehörgang, Meatus acusticus externus, welcher von der Muschel ausgeht, verläuft in transversaler Richtung bis zum Trommelfell (*71, 72, 73*). Er hat eine mittlere Länge von 35 mm und einen nicht ganz regelmäßigen ovalen Durchschnitt. Die lange Achse des Durchschnittes neigt sich mit ihrem unteren Ende

[1]) *τράγος* Bock, weil die auf ihm in höherem Alter wachsenden Haare an einen Bocksbart erinnern sollen.

[2]) *σκάφη*, Trog, Mulde.

[3]) *κύμβη*, Kahn.

vom Anfang des Ganges aus immer mehr nach vorne. Seine engste Stelle (Isthmus) befindet sich am Anfang des knöchernen Teiles. Sein Boden ist zunächst dem Trommelfell ausgebuchtet (Sinus meatus). Der Verlauf des Gehörganges zeigt Knickungen, indem er sich erst nach vorne, dann nach hinten und zuletzt wieder nach vorne wendet. Die erste Knickung findet sich an der Stelle der lateralen Knorpelspalte, die zweite an der Verbindungsstelle von dem knorpeligen und knöchernen Gehörgang (s. unten). Der Boden des Ganges steigt in die Höhe, während die Decke mehr horizontal verläuft. Zieht man an der Ohrmuschel nach hinten und oben, dann kann man die Krümmungen zum guten Teil ausgleichen, was für die Einführung von Instrumenten von Bedeutung ist.

## Skelet.

Das Skelet des Gehörganges besteht aus zwei Teilen, einem knöchernen medialen und einem knorpeligen lateralen. Mit dem letzteren ist das Skelet der Ohrmuschel ohne eine Grenze verbunden.

Der knöcherne Teil des äußeren Gehörganges setzt sich zusammen aus dem rinnenförmig gestalteten Paukenbein, welches den Boden, und aus dem ebenfalls rinnenförmigen Gehörgangsteil der Schuppe des Schläfenbeins, welcher die Decke bildet (2. Abt. S. 60). Der knorpelige Teil ist durch eine straffe Bandmasse mit dem Paukenbein verbunden und wie dieses als eine oben offene Rinne gestaltet. Sie wird oben von der stark ausladenden Wurzel des Jochbogens, hinten vom Warzenfortsatz überlagert. Das äußere Ende des Gehörgangsknorpels ist auch am unverletzten Ohr sichtbar, und zwar ist die vordere Wand nichts anderes als der Tragus, die hintere Ecke der Antitragus und der freie Rand des Knorpels tritt in der Umrandung der Incisura intertragica zutage (*67*, *68*).

Das Knorpelskelet des Gehörganges ist von zwei Spalten (Incisurae cartilaginis meatus acustici externi Santorini) unterbrochen, welche nur durch Bindegewebe ausgefüllt werden (*68*). Die äußere (laterale) Spalte liegt in der vorderen Wand des Ganges, gewöhnlich nahe seinem Eingang. Die innere (mediale) Spalte findet man am unteren, hinteren Umfang des Ganges. Sie ist meist nur halb so lang wie die äußere. Die Spalten deuten an, daß sich der Gehörgangsknorpel ursprünglich aus drei halbringförmigen Stücken zusammensetzt, welche bei einer Anzahl von Säugetieren ganz oder teilweise voneinander getrennt bleiben (Schwalbe 1888).

Aus der hinteren Wand des knorpeligen Gehörganges steigt als eine verbogene Platte der Muschelknorpel empor. Er ist durch eine tiefe Spalte, Incisura terminalis abgesetzt, und steht mit der Gehörgangswand nur durch eine schmale Knorpelbrücke, Isthmus, in Verbindung (*68*).

Die Form des Muschelknorpels gleicht an der lateralen Oberfläche der des unversehrten Ohres vollkommen, da die bedeckende Haut dünn ist und sich dem Knorpel auf das engste anschließt. Man findet also das schon oben erwähnte Relief wieder: Tragus, Antitragus, Helix, Anthelix, Cavum conchae, Cymba, Fossa triangularis. Nur die Helix zeigt noch Eigentümlichkeiten, welche an dem mit der Haut überzogenen Ohr nicht hervortreten. Dort, wo das Crus helicis in die Helix übergeht, erhebt sich über dem Tragus aus der Helix ein zugespitzter Fortsatz, die Spina helicis, Ansatzstelle des M. helicis major und einer Zacke des M. auricularis superior. Das Ende der Helix geht in einen zungenförmigen Fortsatz über, Cauda helicis, welcher in den hinteren Rand des Ohrläppchens hineinragt

und das Skelet dieses im übrigen weichen und fetthaltigen Hautanhanges bildet. Von dem Hauptteil des Muschelknorpels ist die Cauda helicis durch eine Spalte, Fissura antitragohelicina, getrennt.

Die dem Schädel zugekehrte Fläche des Muschelknorpels (*68*) zeigt ein Relief, von welchem man, wie erwähnt, am Lebenden nur wenig sieht, da sich dort die Haut der Unterlage weniger eng anschließt. Da der Knorpel wie ein Werk getriebener Arbeit gestaltet ist, erscheinen an seiner medialen Seite die Erhöhungen und Vertiefungen der lateralen Seite als deren Negative. Man spricht also von einer Eminentia conchae, Eminentia scaphae, Eminentia fossae triangularis, einem Sulcus cruris helicis, einer Fossa anthelicis, welche sich in den Sulcus anthelicis transversus fortsetzt, der dem unteren Schenkel des Anthelix entspricht. Nur an der Eminentia conchae findet man eine wirkliche, vertikal stehende Knorpelverdickung, Ponticulus auris[1]), an welche sich der M. auricularis posterior ansetzt.

Seiner Struktur nach besteht das Knorpelskelet des äußeren Ohres aus elastischem Knorpel, in welchem die elastischen Fasern in großer Menge vorhanden sind, an einigen Stellen treten jedoch sie und die Zellen ganz zurück und es findet sich dann nur eine homogene Substanz, welche von Bindegewebszügen durchsetzt wird.

Die Altersunterschiede des Skeletes der Ohrmuschel und des äußeren Gehörganges sind nicht unbeträchtlich. Ein knöcherner Gehörgang fehlt dem Neugeborenen, welcher nur einen Anulus tympanicus besitzt (2. Abt. S. 60), vollkommen. Der knorpelige Teil ist schon vorhanden, doch sind seine Spalten noch weit offen und nicht voneinander getrennt. Das Skelet der Ohrmuschel weicht in seiner Bildung nicht von der des Erwachsenen ab.

Varietäten des Knorpelskeletes sind sehr zahlreich. Die Spalten des Gehörgangknorpels wechseln in ihrer Stellung, Länge und Weite, die laterale kann in zwei Teile zerlegt sein. An dem Skelet der Ohrmuschel findet man zuweilen Spalten und runde Durchbohrungen, letztere in der Nähe des Helixrandes. Dieser letztere schwankt in seiner Ausbildung besonders stark. Die Umrollung ist manchmal kaum angedeutet. Bald ist der freie Knorpelrand glatt, bald gekerbt, auch freie Knorpelstückchen kann man neben ihm finden. In vielen Fällen ist eine spitze Hervorragung des Randes nicht weit von dem obersten Umfang der Muschel am absteigenden Teil des Helix besonders deutlich, Tuberculum auriculae Darwini (*66*); sie entspricht der Spitze der Ohrmuschel der Säugetiere. Ist der Helix nur wenig umgerollt, dann tritt die Hervorragung als deutliche Spitze hervor. Das obere Ende des Ponticulus auris läuft zuweilen in eine Spitze aus, welche man dann auch am Lebenden durchfühlen kann.

## Bänder der Ohrmuschel.

Bandartige Bindegewebszüge, Ligamenta auricularia (Valsalvae), verbinden die Ohrmuschel mit der Umgebung. Ein Ligamentum auriculare posterius verläuft vom Warzenfortsatz zur Eminentia conchae, ein Ligamentum auriculare superius von der Fascia temporalis ebendahin, und ein Ligamentum auriculare anterius von der Wurzel des Jochbogens zur Spina helicis. Sie sind nicht scharf voneinander getrennt.

## Muskeln der Ohrmuschel.

Die radiär an das äußere Ohr herantretenden Muskeln wurden schon in der Muskellehre (3. Abt. S. 55) beschrieben. Außer ihnen findet man noch kleine Muskelrudimente, welche der Muschel allein angehören, und von welchen die um den Eingang des Gehörganges gruppierten die Reste eines Sphincter darstellen.

[1]) Agger perpendicularis.

Der M. tragicus liegt auf der Vorderfläche des Tragus (*69*). Er besteht aus vertikalen und horizontalen Fasern (Tataroff 1887), welch letztere von den ersteren zum Teil gedeckt werden. Der Muskel breitet sich einerseits nicht selten auf der Außenfläche des Gehörganges bis auf die laterale Spalte desselben aus[1]) und sendet andererseits zuweilen ein Bündel zur Spina helicis[2]).

Der M. antitragicus nimmt die hintere Fläche des Antitragus ein (*69*).

Der M. helicis minor breitet sich fächerförmig auf der lateralen Fläche des Helix hinter der Spina helicis aus (*69*).

Der M. helicis major geht aus einer sehnigen Inskription des M. auricularis superior hervor, abwärts zur Spina helicis (*69*).

An der dem Schädel zugewandten Fläche des Ohrknorpels findet man Muskelchen, welche in ihrer Herkunft dem M. auricularis posterior nahestehen. Der M. transversus auriculae (*70*) spannt sich über die dem Anthelix entsprechende Furche von der Wölbung der Scapha zur Eminentia conchae und der M. obliquus auriculae über die Furche, die der unteren Wurzel des Anthelix entspricht, von der Wölbung der Fossa triangularis ebenfalls zur Eminentia conchae.

Die kleinen Muskelchen werden sämtlich vom N. facialis innerviert und gehören genetisch zum System des Platysma (M. H.)

Varietät. Ein M. styloauricularis (Hyrtl) steigt vom Processus styloideus zum unteren Ende des Ponticulus auris auf.

## Haut, Gefäße und Nerven des äußeren Ohres.

Die Haut der Ohrmuschel ist zwar sehr zart, zeigt sich jedoch in ihrer Struktur ganz mit der Haut der Umgebung, aus welcher sie sich fortsetzt, übereinstimmend. Die sehr feinen Lanugohaare sind nur dort zahlreicher, wo etwas Fett vorhanden ist, auf den besonders hervortretenden und ausgebuchteten Teilen sind sie sehr spärlich oder fehlen ganz. Talgdrüsen sind im Cavum conchae und in der Fossa triangularis besonders gut ausgebildet, Knäueldrüsen stehen nur auf einzelnen Stellen der Ohrmuschel.

Das Unterhautbindegewebe verhält sich auf der lateralen und medialen Seite der Ohrmuschel verschieden. An der dem Kopf zugewandten Seite ist es locker und fetthaltig; es erlaubt die Haut zu verschieben und in kleine Falten aufzuheben. An der lateralen Seite ist es außerordentlich straff, die Fettzellengruppen sind ganz vereinzelt.

Von der Muschel aus setzt sich die äußere Haut in den Gehörgang fort. Im knorpeligen Teil desselben ist sie durch reichliches Subkutangewebe mit dem Perichondrium verbunden. Im knöchernen Teil trifft man das gleiche Verhalten nur, soweit er von der Schuppe begrenzt wird, also an der oberen Wand bis gegen das Trommelfell hin. Im Bereich des Paukenbeines verdünnt sich die Haut sehr schnell, bekommt das Aussehen und den Glanz einer fibrösen Membran und ist mit der Knochenhaut untrennbar verbunden. Ganz besonders fein geworden, setzt sich die Haut zuletzt über die Vorderfläche des ganzen Trommelfelles fort.

Im knorpeligen Gehörgang (*74*) findet man auf der Haut kräftige Wollhaare in großer Zahl, welche von wohlentwickelten Talgdrüsen begleitet sind. Zwischen ihnen stehen zahlreiche und große Knäueldrüsen, denen der übrigen Haut im Bau, aber nicht

[1]) M. incisurae Santorini.

[2]) M. pyramidalis auriculae (Jungi).

in der Funktion gleich. Es sind dies die Ohrenschmalzdrüsen, Glandulae ceruminosae, so genannt, weil sie ein eigentümliches, fettiges, gelb gefärbtes und bitter schmeckendes Sekret, das Ohrenschmalz, Cerumen, liefern. Im knöchernen Gehörgang verschwinden im Bereich des Paukenbeines die Ohrenschmalzdrüsen, oft auch die Haare. Im Bereich der Schuppe erhalten sich die Ohrenschmalzdrüsen bis auf das Trommelfell.

Die Arterien der Ohrmuschel und des knorpeligen Gehörganges sind Äste der Arteria temporalis superficialis, welche von vorn her, und solche der Arteria auricularis posterior, welche von hinten her herantreten. Den dem Paukenbein angehörigen Teil des knöchernen Gehörganges versorgen Äste der Arteria auricularis profunda aus der Arteria maxillaris interna. Die Gefäße sind durch zahlreiche Anastomosen selbst relativ großer Zweige miteinander verbunden.

Die Venen folgen den Arterien.

Die Lymphgefäße sind in der Ohrmuschel und im knorpeligen Gehörgang sehr zahlreich, in dem knöchernen Gehörgang etwas spärlicher. Sie ergießen sich nach vorne in die auf der Parotis liegenden Drüsen, nach hinten in die Lymphoglandulae subauriculares. Die tiefen gelangen in die Lymphoglandulae cervicales superficiales am vorderen Rand des M. sternocleidomastoideus.

Die sensiblen Nerven werden vom N. auriculotemporalis, auricularis magnus und Ramus auricularis nervi vagi abgegeben. Der erstere versorgt die vordere Hälfte der Ohrmuschel, der zweite die hintere, der letztere die Concha auriculae. In die Versorgung des Gehörganges teilen sich die drei Nerven.

Altersunterschiede. Die Ohrmuschel des Neugeborenen ist verhältnismäßig groß, da ihr Wachstum dem Hirnteil und nicht dem Gesichtsteil des Kopfes parallel geht. Ein knöcherner Gehörgang existiert, wie bekannt (2. Abt. S. 61) noch nicht, er ist einstweilen durch eine derbe Bindegewebsmasse ersetzt. Die Länge des Gehörganges ist schon recht erheblich, bis zum Erwachsensein verlängert er sich um wenig mehr als ein Viertel. Seine Knickungen sind weniger ausgesprochen, als später. Sein Lumen ist nur eine enge, schiefstehende Spalte, welche ganz mit gequollenen Epithelzellen ausgefüllt ist. Allmählich verschwinden sie, der Gang wird durchgängig und jetzt erst ist das Ohr fähig, Gehörseindrücke aufzunehmen.

In höherem Alter treten am Tragus längere Haare auf (Barbula hirci).

Varietäten. Die Varietäten des äußeren Ohres bestehen fast sämtlich in Entwickelungsanomalien. Die Ohrmuschel fehlt ganz, sie kann größer (Makrotie) oder kleiner (Mikrotie) sein, als gewöhnlich. Sie kann auf einer früheren Entwickelungsstufe stehen bleiben, wobei statt der ausgebildeten Form die Höcker, aus welchen sie entsteht, mehr oder weniger deutlich erhalten sind. Auch das sog. Faunenohr, wobei das sonst normal gebildete Ohr nach oben zugespitzt erscheint, ist eine Entwickelungsstufe des Helix. Die Dislokation eines Aurikularhöckers bewirkt die Aurikularanhänge, meist vor dem Tragus stehende, oft knorpelhaltige Anhänge der Ohrmuschel. Als Fistula auris congenita bezeichnet man sehr feine, blind endende Gänge oder Grübchen, welche gewöhnlich vor dem Tragus oder dem Crus helicis stehen. Sie sind wahrscheinlich als eine ungenügende Verwachsung der Furche zwischen Crus helicis und Tuberculum supratragicum anzusehen (Hahne 1889). Das Ohrläppchen kann eine angeborene Spaltung zeigen, es kann auch ohne Absatz in die benachbarte Haut übergehen.

Form und Krümmung des Gehörganges ist sehr variabel; Atresie desselben ist gewöhnlich mit Hemmungsbildung der Ohrmuschel verbunden. Der Verschluß ist meist knöchern, er kann aber auch häutig sein. Fehlt er, dann braucht die Gehörswahrnehmung keineswegs ganz unterdrückt zu sein. Selten hat man eine Verdoppelung des Gehörganges beobachtet.

Praktische Bemerkungen. Der Winkel, in welchem die Ohrmuschel an den Kopf angesetzt ist, kann durch die Kopfbedeckung (z. B. Haubenbänder), selbst durch die Haarfrisur beeinflußt werden. Es kann durch solche Einflüsse auch die Mündung des Gehörganges verengert werden. Die exponierte Lage der Ohrmuschel erlaubt Verletzungen aller Art: Schnitte, Risse, Bisse. Die reichliche Versorgung mit Blutgefäßen begünstigt eine Heilung, selbst ganz abgetrennte Ohren hat man wieder anheilen sehen. Auch Verbrennungen und Erfrierungen

kann die Ohrmuschel unterliegen. Die letzteren sind keine Seltenheit; bei höheren Graden entstehen Substanzverluste des Randes. Das Ohrläppchen erfährt oft eine vollständige Spaltung durch zu schwere Ohrgehänge.

Manche Erkrankungen erklären sich durch die anatomische Struktur der Ohrmuschel. Die sehr feine Haut begünstigt die Entstehung von Intertrigo und Exkoriationen, besonders bei kleinen Kindern, aber auch bei Erwachsenen unter Verbänden u. dgl. Die zahlreichen Haarbalgdrüsen in der Cavitas conchae neigen zur Bildung von Comedonen. Balggeschwülste haben ihren Standort meist auf dem oberen Teil der medialen Seite der Muschel. Die feste Verbindung der Haut mit dem Periost an der lateralen Seite der Ohrmuschel bringt es mit sich, daß Abscesse und andere entzündliche Erkrankungen sehr schmerzhaft sind. Dauernde kleine Verletzungen, wie sie z. B. bei Fleischern durch Tragen der Mulde auf der Schulter entstehen, oder starke mechanische Einwirkungen, z. B. bei Faustkämpfen, können den Zusammenhang zwischen Haut und Periost streckenweise lösen und es entsteht dann ein Othämatom. Angiome, Fibrome, arthritische Knoten, Tuberkel, Carcinome werden gelegentlich am äußeren Ohre beobachtet.

Eine Besichtigung des äußeren Gehörganges in ganzer Länge wird durch seine Krümmungen verhindert, man muß sie durch Zug an der Muschel nach hinten und oben tunlichst ausgleichen, wenn man ihn übersehen will. Die Ohrenärzte bedienen sich auch zu diesem Zweck eingeführter Röhren. Manipulationen im Gehörgang lösen oft durch Reizung des Ramus auricularis nervi vagi reflektorischen Husten aus. Stenose und Atresie des Gehörganges können sich an Verätzungen, Verschwärung, an ungeschickte Operationen anschließen. Phlegmone und Furunkeln können die Folge von Bohren im Gehörgang mit unsauberen Fingern sein. Die zahlreichen Ohrenschmalzdrüsen können durch Reizung irgend einer Art zu starker Sekretion angeregt werden, in deren Folge dann Ohrenschmalzpfröpfe entstehen, welche den Gehörgang verschließen und Schwerhörigkeit veranlassen. Die Pars tympanica zeigt zuweilen Exostosen, welche jedoch keinen Schaden anzurichten pflegen. Frakturen des knöchernen Teiles des Ganges entstehen zuweilen bei Schädelbrüchen oder durch Eintreiben des Unterkieferkopfes in ihn bei Fall oder Schlag auf den Unterkiefer. Ein nicht unwichtiges Kapitel der Ohrenheilkunde bilden die in den Gehörgang eingedrungenen Fremdkörper. Besonders bei Kindern ist das Einführen von solchen nichts Ungewöhnliches, doch können auch Insekten eindringen. Die steifen Haare des knorpeligen Ganges und das Ohrenschmalz bilden zwar einen gewissen Schutz, der aber, wie die Erfahrung lehrt, sehr wohl überwunden werden kann. Allerlei Extraktionsversuche von unberufener Seite stoßen den Gegenstand in die Tiefe, bis er in den Sinus meatus am unteren Umfang des Trommelfelles zu liegen kommt. Solche Fremdkörper werden zwar, wenn sie nicht aufquellen, oder, wie die Insekten, sich bewegen, oft jahrelang ohne Beschwerden ertragen, doch muß ein erfahrener Arzt natürlich auf ihre sofortige Entfernung bedacht sein.

## b) Trommelfell, Membrana tympani.

Das Trommelfell[1]) bildet sich entwickelungsgeschichtlich aus der Verschlußmembran der ersten Kiemenfurche (1. Abt. S. 202), es ist daher weder zum äußeren noch zum mittleren Ohr zu rechnen, sondern steht zwischen beiden in der Mitte.

Es ist eine glatte, feste und wenig elastische Membran von großer Dünne (an den dünnsten Stellen nur 0,1 mm dick), deshalb durchscheinend, von perlgrauer Farbe. Es ist meist elliptisch, zuweilen auch rein oval oder mehr herzförmig. Sein Längsdurchmesser beträgt 9—10, sein Querdurchmesser 8—9 mm. Der Rand der Membran, Limbus, ist mittelst eines verdickten Saumes (Ringwulst, Annulus fibrocartilagineus) in den Sulcus tympanicus des Paukenbeines eingefalzt (*75*). Die Membran ist straff gespannt (Pars tensa). Am oberen Umfang des Endes vom knöchernen Gehörgang, wo das Paukenbein und damit auch sein Ring fehlt, wo es vielmehr durch das ausgebuchtete Ende der Schläfenbeinschuppe ersetzt wird, fehlt auch die eigentliche Substanz des Trommelfelles, der Verschluß wird dort nur durch die dünne Haut des Gehörganges und die ebenfalls dünne Schleimhaut der Pauken-

[1]) Paukenfell. Myrinx.

höhle gebildet, welche sich zu einer schlaffen und beweglichen Haut (Membrana flaccida[1])) vereinigen. Geht dieselbe durch pathologische Vorgänge oder durch postmortale Fäulnis verloren, dann entsteht ein kleines Loch[2]), welches man früher für eine normale Bildung ansah.

Die Form des gespannten Trommelfelles wird durch den Hammergriff in ausschlaggebender Weise beeinflußt. Er ist in seiner ganzen Länge mit der Membran verbunden und zieht dieselbe trichterförmig einwärts (*70, 91*). Die tiefste Stelle des flachen Trichters, Umbo, entspricht dem unteren Ende des Hammergriffes; sie steht etwas unterhalb des Mittelpunktes der Membran. Der Hammergriff schimmert bei der Betrachtung vom Gehörgang aus in seiner ganzen Länge durch sie durch, Stria malleolaris (*76, 77*). Am oberen Ende des Griffes drängt sich der kurze Fortsatz des Hammers gegen das Trommelfell vor und erscheint wie eine kleine, knöpfchenförmige Erhabenheit desselben, Prominentia malleolaris. Von ihr geht nach vorn und hinten je eine Falte aus, Plica malleolaris externa anterior und posterior, welche die Pars tensa der Membran von der Pars flaccida abgrenzt. Der Hammergriff neigt sich vom Umbo aus nach vorne, weshalb auch die Prominentia malleolaris im vorderen oberen Quadranten der Membran ihren Platz hat. Die Wand des Trommelfelltrichters ist nach dem Gehörgang zu leicht konvex gekrümmt.

Die Stellung des Trommelfelles ist eine abwärts und zugleich vorwärts geneigte (*71, 91*). Die Wand des Gehörganges ist deshalb hinten und oben kürzer als vorn und unten; sie bildet mit dem Trommelfell oben einen stumpfen, unten einen spitzen Winkel. Der letztere umschließt einen keilförmigen Raum, den oben erwähnten Sinus meatus (S. 48).

Betrachtet man das Trommelfell vom Gehörgang aus, wie es bei der ärztlichen Untersuchung geschieht, dann erblickt man beim Einfall starken Lichtes auf der durch Ohrenschmalz eingefetteten Membran außer den erwähnten Gebilden Reflexe, welche bei normaler Stellung des Trommelfelles stets die gleiche Form und Richtung zeigen. Der wichtigste ist der kegelförmige Lichtreflex (*76, 77*), welcher schmal vom Umbo ausgeht und sich gegen die Peripherie des Trommelfelles verbreitert. Er verläuft vorwärts und abwärts und bildet mit der Stria malleolaris einen stumpfen Winkel. Bei Erkrankungen der Membran kann er über deren etwa fehlerhafte Lage wichtigen Aufschluß geben. Ein weiterer kleiner Reflex findet sich an der Spitze des Processus brevis, ein dritter längs des unteren Trommelfellrandes.

Wegen der großen Dünne der Membran schimmern durch sie außer dem Hammergriff noch einige andere Gebilde der Paukenhöhle durch: der lange Schenkel des Amboß, die Stapediussehne, das Promontorium.

Von der inneren (medialen) Fläche des Trommelfelles wird im Zusammenhang mit dem Inhalt der Paukenhöhle die Rede sein.

Bau. Das Trommelfell besteht aus einer eigenen Membran (Stratum fibrosum[3])), welche sich aus zwei plattenartig ausgebreiteten Faserschichten zusammensetzt, einer äußeren (lateralen), dem Gehörgang zugekehrten, deren Elemente radiär vom Umbo ausstrahlen, und einer inneren (medialen), der Paukenhöhle zugewandten, welche aus zirkulär verlaufenden Zügen besteht (*76*). Die zirkulären Fasern werden nach dem Zentrum zu spärlicher, die radiären häufen sich um den Nabel herum stärker an, wodurch die Stria malleolaris am Umbo leicht spatelförmig verdickt erscheint.

[1]) Shrapnellsche Membran.
[2]) Foramen Rivini.
[3]) Lamina propria.

Vom Gehörgang aus erhält die äußere Seite der Membran einen sehr dünnen Überzug von äußerer Haut (Stratum cutaneum). Nur an der oberen Seite setzt sich über die Membrana flaccida hin ein verdickter Strang der Haut bis zum Umbo fort (*71*); in ihm ist sowohl die Epithelschichte, wie die Coriumschichte stärker. Niedere Papillen sind in dem Hautstrang vorhanden, Haare und Drüsen fehlen hier, wie auch im Stratum cutaneum des ganzen Trommelfelles.

An der Paukenhöhlenfläche wird der Überzug (Stratum mucosum) von der Paukenhöhlenschleimhaut geliefert; er besteht aus einem einfachen Plattenepithel und einer sehr zarten Bindegewebslage. Aus der Schleimhautoberfläche erheben sich, wesentlich in der Peripherie der Membran, zottenartige Gefäßpapillen.

Die Blutgefäße des Trommelfelles beschränken sich auf den äußeren und inneren Überzug, während das Stratum fibrosum gefäßlos ist. Sie sind nicht bedeutend, weshalb bei Verletzungen der normalen Membran nennenswerte Blutungen nicht entstehen. Die Gefäße des Hautüberzuges gehören dem Gebiet der Art. auricularis profunda aus der Art. maxillaris interna an, diejenigen des Schleimhautüberzuges dem der Art. tympanica.

Die Venen bieten nicht Bemerkenswertes, nur ist zu erwähnen, daß die des Hautüberzuges mit denen des Schleimhautüberzuges durch das Stratum fibrosum hindurch Anastomosen austauschen.

Die Lymphgefäße haben ihre Anfänge in Spalten und Saftlücken der Membran. Sie bilden Netze auf deren Außenseite und Innenseite und fließen nach den Lymphoglandulae auriculares anteriores und posteriores ab.

Die Nerven des Trommelfelles kommen, wie die Gefäße, von zwei Seiten her, die der Hautschichte entstammen dem N. auriculotemporalis und dem N. vagus, die der Schleimhautschichte dem Plexus tympanicus. Sie bilden auf beiden Oberflächen Geflechte, ebenso in dem Stratum fibrosum (Wilson 1911). Das Trommelfell ist bei Berührung und Verletzung sehr empfindlich.

Die stärkeren Gefäß- und Nervenzweige benutzen den erwähnten dickeren Hautstrang zum Herantritt, andere gelangen von dem übrigen Umfang an die Membran.

Altersverschiedenheiten. Das Trommelfell des Neugeborenen steht in seiner Größe dem des Erwachsenen nur wenig nach; seine Stellung aber ist sehr geneigt, nahezu horizontal. Erst im Laufe der Kinderjahre gewinnt es mit dem Heranwachsen des Schädels im ganzen seine definitive Stellung. Der von der Haut und der Schleimhaut gelieferte Überzug des Stratum fibrosum ist dicker als beim Erwachsenen.

Praktische Bemerkungen. Verletzungen kann das Trommelfell natürlich durch stäbchenförmige Gegenstände erfahren, welche in den Gehörgang eindringen, auch Kompression der Luft im Gehörgang durch Schlag, Fall auf das Ohr, Explosionen in der Nähe des Ohres und dgl. können eine Zerreißung des Trommelfelles zur Folge haben. „Die meisten Erkrankungen des Trommelfelles sind nicht auf dieses beschränkt, sondern treten als Teilerscheinung von Erkrankungen des Gehörganges und der Paukenhöhle auf. Die äußere Trommelfellschicht, das Stratum cutaneum, leidet als Fortsetzung der Gehörgangsepidermis bei jeder Entzündung der Gehörgangshaut mit, was sich durch Trübung oder Verdickung, bei Sekretbildung im Gehörgange auch durch Quellung und Mazeration kundgibt, während bei jeder Mittelohrentzündung mindestens die Schleimhautschicht, meist aber das Trommelfell durch alle drei Schichten hindurch verändert oder zerstört wird" (Körner 1914). Eine Perforation des Trommelfelles ist im Anschluß an eine Mittelohraffektion nichts Seltenes, ist sie klein, dann heilt sie ohne Narbenbildung, ist sie größer, dann entsteht eine Narbe, oder das vorhandene Loch bleibt bei Bestand. Eine künstliche Parazentese heilt leicht. Die normale Trichterform des Trommelfelles kann leiden; bei Luftverdünnung in der Paukenhöhle, wie sie durch Verschluß der Tube entsteht, wird die Membran durch den Atmosphärendruck im äußeren Gehörgang einwärts gedrängt, der

Trichter vertieft sich also, bei starker Ansammlung von Exsudat im Mittelohr flacht sich das Trommelfell ab, es wölbt sich nach dem Gehörgang vor. Dabei kann sogar die Hautbedeckung der Membran einreißen.

### c) Mittleres Ohr, Auris media.

Es bildet sich aus der ersten Kiementasche (1. Abt. S. 186), indem aus dem anfänglich einfachen, spaltförmigen Raum durch eine Reihe von Umformungen die definitive Gestalt entsteht.

Das Mittelohr besteht aus der Paukenhöhle, Cavum tympani, welche zwischen äußeres und inneres Ohr eingeschaltet ist. Sie enthält die Reihe der Gehörknöchelchen, Ossicula auditus. Nach hinten buchtet sich die Paukenhöhle in das pneumatische Antrum tympanicum aus, in welches die Cellulae tympanicae einmünden. Nach vorne verjüngt sich die Paukenhöhle zur Ohrtrompete, Tuba auditiva, welche sich in den Schlundraum öffnet.

### d) Paukenhöhle[1], Cavum tympani.

Die Paukenhöhle ist ein flacher Hohlraum im Schläfenbein, welchen man mit einer der heutzutage üblichen niederen Trommeln verglichen hat. Man unterscheidet an ihr sechs Wände, obwohl sie sämtlich ohne Grenzen ineinander übergehen.

Die äußere (laterale) Wand, Paries membranaceus (*86*), wird zum größten Teil vom Trommelfell gebildet, doch überschreitet sie dessen Umgrenzung sowohl am unteren Umfang in variabler Höhe, wie besonders oben, wo sie durch eine der Schuppe des Schläfenbeines angehörige Knochenplatte, welche bis zum Tegmen tympani in die Höhe reicht, vom Gehörgang abgeschlossen wird. Hinter dieser Platte liegt der Kopf des Hammers (s. unten).

Die innere (mediale) Wand, Paries labyrinthicus (*85*), ist diejenige, welche das innere Ohr deckt, und welche man nur versteht, wenn man sich hieran erinnert. Am mazerierten Präparat bemerkt man an ihr zwei Öffnungen, welche durch einen Vorsprung, Promontorium, voneinander getrennt sind. Die obere, das Vorhofsfenster, Fenestra vestibuli[2]), ist elliptisch oder bohnenförmig mit horizontal gestellter längerer Achse, sie liegt auf dem Grund einer Vertiefung des Knochens, Fossula fenestrae vestibuli. Das Vorhofsfenster verbindet die Paukenhöhle mit dem Vorhof des Labyrinthes und wird von der Fußplatte des Steigbügels ausgefüllt. Die untere Öffnung, das Schneckenfenster, Fenestra cochleae[3]) liegt in dem nach hinten stehenden steileren Abhang des Promontoriums, ist kreisrund und liegt ebenfalls auf dem Grund einer Nische, Fossula fenestrae cochleae, deren Umrandung dreiseitig zu sein pflegt. Es führt in die Scala tympani der Schnecke und wird durch die Membrana tympani secundaria ausgefüllt. Die hintere Umrandung der Fossula fenestrae cochleae wird durch einen Knochenwulst gebildet, Subiculum promontorii, über welchem man ein rundliches Grübchen, Sinus tympani, wahrnimmt.

Das erwähnte Vorgebirge, Promontorium, zwischen beiden Fenstern ist die nach der Paukenhöhle vorspringende Wand der Anfangswindung der Schnecke. Über seine Oberfläche steigt eine Furche auf, Sulcus promontorii (*85*), welche die

[1]) Trommelhöhle.
[2]) Fenestra ovalis.
[3]) Fenestra rotunda.

Fortsetzung des von unten her in die Paukenhöhle einmündenden Canaliculus tympanicus ist. Die Furche beherbergt den Plexus tympanicus, welcher den N. tympanicus des N. glossopharyngeus mit dem N. petrosus superficialis minor des N. facialis verbindet.

Oberhalb der Fenestra vestibuli endet die obere Abteilung des Canalis musculotubarius mit dem abgerundeten Processus cochleariformis[1]). Er enthält das Ende des M. tensor tympani.

Die hintere Wand, Paries mastoideus, ist oben unter dem Dach der Paukenhöhle unvollständig. Eine dreiseitige Öffnung führt dort in das Antrum tympanicum (*85*). An der medialen Seite dieser Öffnung treten zwei wulstförmige Erhebungen bald mehr, bald weniger deutlich hervor. Die nach der Paukenhöhle zu liegende ist die Prominentia canalis facialis. Sie krümmt sich vom Processus cochleariformis aus über das Vorhofsfenster hin und deckt den Kanal, in welchem der N. facialis im Bogen zum Foramen stylomastoideum herabzieht. Der zweite, schwächere, nach dem Antrum zu liegende Wulst, Prominentia canalis semicircularis lateralis, wird durch den Gipfel des lateralen Bogenganges hervorgerufen. Am unteren Umfang des Einganges in das Antrum findet man einen flachen Eindruck, gegen welchen sich der kurze Fortsatz des Amboß stützt, Fossa incudis.

Unter diesem Eindruck tritt aus der hinteren Wand ein kleiner, hohler, an der Spitze offener Kegel, Eminentia pyramidalis, hervor, welcher von dem M. stapedius erfüllt ist. Ein dünnes Knochenstäbchen[2]) pflegt wie ein Strebepfeiler vom Rande des Vorhofsfensters an die Spitze des Kegels heranzutreten.

In gleicher Höhe mit der Eminentia pyramidalis, aber mehr nach dem Trommelfellfalz hin, findet man ein feines Loch, Apertura tympanica canaliculi chordae.

Die obere Wand, Paries tegmentalis (*85*), wird von dem meist dünnen, manchmal sogar durchbrochenen Tegmen tympani (2. Abt., S. 56) gebildet.

Die vordere Wand, Paries caroticus, ist, wie die hintere, unvollständig, da von ihrem oberen Teil die Tuba auditiva abgeht. Unter dieser Öffnung folgt eine Knochenfläche von zelligem Gefüge, welche den Canalis caroticus deckt. Auf ihr münden die Canaliculi carotico-tympanici.

Die untere Wand, Paries jugularis, schließt sich ohne Grenze an die vordere Wand an. Sie zeigt dieselben zelligen Räume wie diese. An sie grenzt von unten her die Fossa jugularis, welche zuweilen nur durch eine dünne Knochenschichte von dem Inneren der Paukenhöhle getrennt ist. An der Grenze der unteren gegen die hintere Wand findet sich meist eine Erhebung kompakter Knochensubstanz von unregelmäßiger Form, Prominentia styloidea. Sie ist das obere Ende des Processus styloideus, welcher entwickelungsgeschichtlich dem zweiten Kiemenbogen angehört (1. Abt. S. 165) und erst im Laufe der Fortbildung des Schläfenbeines von der sich ausbreitenden Pyramide umwachsen wird.

Den Raum der Paukenhöhle kann man in drei Geschosse einteilen, welche freilich ohne irgend eine Trennung ineinander übergehen. Der Boden[3]) ist der schmale Raum unterhalb des Trommelfellfalzes. Das mittlere Geschoß[4]) ist derjenige Teil der Paukenhöhle, dessen äußere (laterale) Wand vom Trommelfell gebildet wird;

[1]) Cochlear, Löffel.
[2]) Ponticulus promontorii.
[3]) Hypotympanum.
[4]) Mesotympanum.

von ihm geht nach vorne die Tuba auditiva ab. Das Obergeschoß[1]), welches unter dem Dach der Paukenhöhle liegt, befindet sich hinter demjenigen Teil der äußeren Wand, welcher von der erwähnten (S. 55) Platte der Schläfenbeinschuppe gebildet wird. Er öffnet sich nach hinten in das Antrum tympanicum. In transversaler Richtung ist die Paukenhöhle am engsten zwischen dem Nabel des Trommelfelles und dem Promontorium.

### Die Gehörknöchelchen, ihre Verbindungen und Muskeln.

In der Paukenhöhle liegt die Kette der drei Gehörknöchelchen, Ossicula auditus[2]), welche die Verbindung zwischen dem Trommelfell und dem Vorhofsfenster herstellen: Hammer, Malleus, Amboß, Incus und Steigbügel, Stapes. Der Kopf des Hammers und ein großer Teil des Amboß finden im Kuppelraum Platz, das übrige im Mittelgeschoß der Paukenhöhle (*84*).

Die Gehörknöchelchen entstehen aus den hinteren Enden der beiden ersten Kiemenbogen, und zwar bildet sich aus dem ersten Hammer und Amboß, aus dem zweiten der Steigbügel (Broman 1899, Eschweiler 1911). Seine eigentümliche Ringform erhält der Steigbügel dadurch, daß sein Blastem im Anfang der Entwickelung von einer Arterie (A. stapedia) durchsetzt wird, welche später schwindet (1. Abt. S. 213).

Der Hammer, Malleus (*78, 79*), hat die Gestalt einer Keule. Er besteht aus einem abgerundeten Kopf, Capitulum, und aus einem platten, etwas gebogenen und nach unten verjüngten Stiel, dem Handgriff, Manubrium. Der Kopf ragt, leicht vorwärts geneigt, über den oberen Rand des Paukenfelles in den Recessus epitympanicus empor und trägt an seiner medialen Seite eine sattelförmig gestaltete, elliptische und konvexe Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Amboß. Kopf und Handgriff werden durch einen eingeschnürten Hals, Collum, miteinander verbunden. An seinem oberen Ende zieht sich der Hals an seiner vorderen Seite in einen eckigen kurzen Fortsatz aus, den Processus lateralis, welcher die oben erwähnte Prominentia malleolaris des Trommelfelles bedingt. Gleich diesem Fortsatz wird der übrige Handgriff von den Fasern der Propria des Trommelfelles umfaßt, in dessen Mitte er sich bis zum Nabel der Membran hinab erstreckt. In gleicher Höhe mit dem seitlichen Fortsatz geht von der Vorderfläche des Halses der vordere Fortsatz, Processus anterior (Folii) ab, ein plattes dünnes Stäbchen, welches am Kinderschädel durch den Sulcus malleolaris die Paukenhöhle verläßt, beim Erwachsenen meist in ein Band verwandelt und nur selten durch die Fissura petrotympanica nach außen zu verfolgen ist. Er ist die Fortsetzung des hinteren Endes des ersten Kiemenbogens in den Meckelschen Knorpel, die Uranlage des Unterkiefers (1. Abt. S. 223). In den Winkel zwischen den Hals und den Ursprung des langen Fortsatzes des Hammers fügt sich die Spina tympanica posterior des Paukenteiles.

Der Amboß, Incus (*80, 81*), gleicht einigermaßen dem Werkzeug, nach welchem er benannt ist, er wird auch mit einem zweiwurzeligen Zahn verglichen. Der breite Teil des kleinen Knochens, welcher als Körper, Corpus, bezeichnet wird, trägt eine nach vorne gewendete überknorpelte Endfläche, welche zur Artikulation mit dem Hammer ausgehöhlt ist. Von den zwei beinahe rechtwinkelig divergierenden Fortsätzen geht der längere, mehr zylindrische, Crus longum, parallel dem Handgriff des Hammers und von fast gleicher Länge wie dieser, abwärts, und endet mit

[1]) Epitympanum.
[2]) Vgl. M. H.

einer Umbiegung gegen die innere Wand der Paukenhöhle in einem Knöpfchen, Processus lenticularis, mit welchem sich der Steigbügel verbindet. Der kürzere, plattere Fortsatz, Crus breve, ist rückwärts gerichtet und an seiner Spitze mit einer unregelmäßig vertieften, überknorpelten Fläche versehen, welche sich an die Fossa incudis der hinteren Wand der Paukenhöhle stützt (*84*).

Der Steigbügel, Stapes (*82, 83*), gleicht dem Geräte, nach welchem er benannt ist. Mit der vertieften Endfläche des Köpfchens, Capitulum, fügt er sich an den Processus lenticularis des Ambosses, mit der nierenförmigen Fußplatte, Basis, füllt er das Vorhofsfenster fast vollständig aus. Die Schenkel, Crura, liegen demnach, wie der längste Durchmesser der Basis, in einer Horizontalebene. Der vordere ist steiler als der hintere.

Von den Verbindungen, durch welche die Gehörknöchelchen unter sich und mit der Paukenhöhlenwand in Zusammenhang gesetzt sind, ist das Hammer-Amboßgelenk, Articulatio incudo-malleolaris, ein Sattelgelenk. Jede der beiden Gelenkflächen besitzt eine konvexe Krümmung, welche als Sperrzahn wirkt (Helmholz 1868). Die Kapsel ist straff und durch eine Bandscheibe, welche Knorpelzellen eingestreut enthält, vollständig in zwei Kammern geteilt. Die Drehung in diesem Gelenk erfolgt um eine quer durch den Kopf des Hammers gegen den kurzen Fortsatz des Amboß verlaufende Achse; bei der Einwärtstreibung des Handgriffes des Hammers nimmt der Kopf desselben den Amboß mit; bei der Auswärtstreibung des Handgriffes lösen sich beide Knochen voneinander.

Das Amboß-Steigbügelgelenk, Articulatio incudo-stapedia, ist ein flaches Kugelgelenk, welchem man jedenfalls nur eine sehr geringe Exkursion zuschreiben kann.

Haftbänder und Muskeln der Gehörknöchelchen. Wenn der Hammerkopf die Wölbung des Kuppelraumes nicht ausfüllt, verbindet ein Ligamentum mallei superius (*86*) den Scheitel des ersteren mit der Decke des letzteren. Das Ligamentum mallei anterius (*86*) verläuft von der Spina angularis des Keilbeines durch die Fissura petrotympanica zum vorderen Rand des Hammerhalses. Es wurde schon oben S. 57 erwähnt. Das Ligamentum mallei laterale, das Achsenband des Hammers, besteht aus zwei Abteilungen, von welchen die vordere von der Spina tympanica posterior, die hintere mit konvergierenden Bündeln vom Margo tympanicus der Schläfenschuppe entspringt. Beide bilden, an den Hals des Hammers sich anheftend, die Achse, um welche derselbe sich dreht.

Das Ligamentum incudis superius (*87*) steigt von der Decke des Kuppelraumes zum Körper des Amboß herab, wenn derselbe die Decke der Paukenhöhle nicht berührt. Das Ligamentum incudis posterius verbindet den kurzen Fortsatz des Amboß mit der Wand der Paukenhöhle.

Die Öffnung des Steigbügels wird durch eine dünne Membran, Membrana obturatoria stapedis, verschlossen. Der überknorpelte Rand der Basis des Steigbügels wird in dem gleichfalls von hyalinem Knorpel bekleideten Rand des Vorhoffensters von einem ringförmigen Band, Ligamentum anulare baseos stapedis, festgehalten.

Zwei Muskeln dienen der Bewegung der Gehörknöchelchen.

Der Musculus tensor tympani (*88*) entspringt vor der vorderen Mündung des Canalis musculotubarius von der Schläfenbeinpyramide. Er durchzieht den über

dem Septum des Canalis musculotubarius liegenden Teil dieses Kanals und nimmt von dessen Wand noch einige Fasern mit. Seine zylindrische Sehne windet sich um den Rand des Processus cochleariformis, wie um eine Rolle nach außen und heftet sich, die Paukenhöhle durchsetzend, an das obere Ende des Handgriffes des Hammers. Er spannt das Trommelfell durch Anziehen des Hammers gegen die innere Wand der Paukenhöhle. Seinen Nerven erhält er vom Ganglion oticum.

Der Musculus stapedius (*89*) entspringt im Grunde der Eminentia pyramidalis und sendet durch die Öffnung an deren Spitze seine fadenförmige Sehne zum Köpfchen des Steigbügels. Er zieht die vordere obere Hälfte der Basis des Steigbügels nach außen. Sein Bewegungsnerv stammt vom N. facialis.

Die beiden Muskelchen zeigen schon durch ihre Innervation, daß sie verschiedenen Quellen entstammen. Der Musculus tensor tympani läßt sich wie der Hammer auf den ersten Kiemenbogen zurückführen, der Musculus stapedius, wie der Steigbügel auf den zweiten.

## Die Schleimhaut der Paukenhöhle.

Die Schleimhaut überzieht die Wände der Paukenhöhle als eine sehr dünne und glatte Membran. Sie bildet mesenteriumartige Falten, welche die Gehörknöchelchen und die anderen in der Paukenhöhle liegenden Gebilde umschließen. Das Vorhandensein dieser Falten erklärt sich durch die Entwickelung (1. Abt. S. 225). Anfänglich ist die Paukenhöhle ein enger Spalt, in deren von den beiden ersten Kiemenbogen gebildeten Wänden die Anlagen der Gehörknöchelchen liegen. Diese sind in reichliches Gallertgewebe eingebettet. Dasselbe schwindet in der Folge. Dadurch erweitert sich der Raum der Paukenhöhle und es legt sich die Schleimhaut an die Gehörknöchelchen, ihre Bänder und Muskelsehnen, sowie an die Chorda tympani an. Die ursprünglich außerhalb der Paukenhöhle liegenden Gebilde gelangen durch diesen Vorgang in den Binnenraum, allerdings nur scheinbar, da sie auch jetzt noch durch ihren Schleimhautüberzug von diesem Binnenraum getrennt sind.

Die Schleimhautfalten sind nicht ganz konstant, das eine Mal vielleicht durchbrochen, ein andermal miteinander verwachsen. Als praktisch wichtig sind hervorzuheben die Falten und die durch sie gebildeten Buchten und Taschen in nächster Nähe des Trommelfelles.

Recessus epitympanicus, Kuppelraum[1]) (*76, 85, 86, 87*). Taschenförmiger Raum, welcher unter dem Dach der Paukenhöhle das Obergeschoß derselben einnimmt. Nach außen wird er begrenzt von der äußeren Wand der Paukenhöhle bis herab zur Membrana flaccida, nach innen vom Hammerkopf und Amboßkörper, welche in eine gemeinsame Schleimhautfalte eingeschlossen sind. Der Boden des Raumes wird von dem Dach des Recessus membranae tympani superior gebildet. Die Mündung des Kuppelraumes in den allgemeinen Paukenhöhlenraum ist verschieden in Lage und Größe. Nach hinten öffnet er sich in das Antrum tympanicum.

Recessus membranae tympani superior, Prussakscher Raum (*76*). Ein kleiner dreiseitig prismatischer, nach vorne und hinten zugespitzter Raum. Seine Decke wird, wie erwähnt, von dem Boden des Kuppelraumes hergestellt, sein Boden von der Membrana flaccida des Trommelfelles, seine mediale Wand vom Hals des Hammers. Der Recessus öffnet sich durch ein Loch entweder in den Raum der Paukenhöhle selbst oder in die hintere Trommelfelltasche.

[1]) Aditus ad antrum. Attic. Gipfelbucht.

Recessus membranae tympani anterior und posterior. Vordere und hintere Trommelfelltasche (v. Tröltsch 1858) (*86*). Die vordere wird durch eine Falte hergestellt, welche den langen Fortsatz des Hammers und die mit ihm zur Fissura petrotympanica verlaufenden Gebilde enthält. Sie ist die kleinere. Die hintere größere Falte enthält die Chorda tympani. Die durch diese Falten hergestellten Buchten sind verschieden. Die vordere ist nur eine unbedeutende grubenähnliche Einsenkung, die hintere dagegen ein schmaler und verhältnismäßig hoher Spalt. Beide öffnen sich nach unten.

Die Sehne des M. tensor tympani wird von einer Falte umhüllt, andere gehen vom Amboß aus, von ihnen führt eine vertikale, welche die hintere Wand der Paukenhöhle mit dem langen Fortsatz des Amboß verbindet, den Namen Plica incudis. Eine horizontal gestellte Falte schließt den Steigbügel und die Sehne des M. stapedius ein, Plica stapedis.

Bau der Schleimhaut. Das der Schleimhaut eigentümliche Epithel ist ein einfaches Plattenepithel. Dasselbe erhält sich stets auf der Innenseite des Trommelfelles (S. 54), fast immer auch auf den Gehörknöchelchen. Im übrigen kann es von dem flimmernden Zylinderepithel der Luftwege, welches bei den so häufigen katarrhalischen Erkrankungen der Nase durch die Tube in die Paukenhöhle vordringt, mehr oder weniger weit verdrängt werden.

Die Propria ist dünn, glatt und von weißlicher Farbe. Mit dem Periost ist sie ohne deutliche Grenze verwachsen. Die Hauptgefäße liegen in den tiefsten Schichten, gegen das Epithel steigen nur feinere Äste auf.

Drüsen sind in der Paukenhöhlenschleimhaut nur soweit vorhanden, als das Flimmerepithel reicht.

### e) Pneumatische Nebenräume des Mittelohres.

Die Paukenhöhle ist lufthaltig und es dringen von ihr aus ebenfalls lufthaltige Räume in die Umgebung vor. In der ersten Jugend ist nur ein solcher vorhanden, das Antrum tympanicum, welches, wie schon bekannt ist, von dem Recessus epitympanicus der Paukenhöhle ausgeht (2. Abt., *99*, *85*). Seine Form ist in der Kindheit ungefähr dreiseitig prismatisch. Die nach oben gekehrte Basis wird von dem Tegmen tympani gebildet, die laterale Wand gehört der Schuppe, die mediale dem Felsenbein an. Schon in der Jugend beginnen die Wände Einsenkungen zu zeigen; bis zum erwachsenen Zustand haben sie sich zu einem System pneumatischer Zellen entwickelt, welche sich in radiärer Richtung vom Antrum aus nach allen Seiten hin ausdehnen. Nach ihrer Lage kann man sie als Cellulae petrosae, squamosae und mastoideae (*48*) bezeichnen, zu welchen noch kleine Vertiefungen auf dem Boden der Paukenhöhle selbst, Cellulae tympanicae, kommen können. Dieselben erstrecken sich sogar bis in den Anfang der Tube hinein, wo sie zuweilen relativ groß werden können (Cellulae pneumaticae tubariae). Die Cellulae mastoideae sind meist die zahlreichsten und größten, sie erfüllen den Warzenfortsatz und können ihn sogar stark aufblähen. In anderen Fällen wird der Warzenfortsatz aber nur zu einem größeren oder kleineren Teil pneumatisch, wie überhaupt die Ausbildung aller dieser Zellen sehr schwankend ist. Die äußere Größe des Warzenfortsatzes gibt keinen sicheren Aufschluß über seine größere oder kleinere Pneumatizität.

Die Schleimhaut der pneumatischen Nebenräume des Mittelohres setzt sich direkt aus der der Paukenhöhle fort; sie bildet hier und da selbständig dünne Plättchen

und Bälkchen, welche die Knochenzellen noch weiter abteilen. Sie ist äußerst dünn und mit dem Periost untrennbar verbunden. Drüsen fehlen vollständig.

### f) Ohrtrompete, Tuba auditiva (Eustachii).

Die Ohrtrompete (*91, 92*) ist eine Röhre, welche die Verbindung der Paukenhöhle mit dem Schlundraum vermittelt. Ihre Funktion ist es, der Paukenhöhle Luft zuzuführen, um das Gleichgewicht des Atmosphärendruckes, welcher auf der Außenfläche und der Innenfläche des Trommelfelles lastet, herzustellen.

Sie besteht zunächst der Paukenhöhle aus einem knöchernen, zunächst dem Schlund aus einem knorpeligen Teil. Der knöcherne Teil gehört dem Schläfenbein an (2. Abt. S. 57). Er beginnt mit dem Ostium tympanicum ohne scharfe Abgrenzung von der vorderen Wand der Paukenhöhle und verläuft in einer zwischen der sagittalen und transversalen fast genau diagonalen Richtung, welche durch den an den knöchernen angehefteten knorpeligen Teil mit einer geringen Neigung abwärts fortgesetzt wird. Die Länge des ganzen Kanals bis zur Rachenmündung, Ostium pharyngeum tubae, beträgt etwa 36 mm, von welchen 12 auf den knöchernen, 24 auf den knorpeligen Teil entfallen. Die letztere Mündung ist bereits auf S. 47 f. der vierten Abteilung beschrieben worden.

Der knöcherne Teil ist ringsum von Knochen umschlossen, der knorpelige wird nur in einem Teil seiner Wand von elastischem Knorpel gestützt, während der Rest des Umfanges nur durch eine fibröse Haut begrenzt wird. Der Knorpel erscheint auf dem Querschnitt an seinem oberen Ende hirtenstabförmig oder hakenförmig umgebogen (*92, 93*). Kurz nach dem Ansatz des Knorpels am knöchernen Teil sind seine beiden Schenkel fast gleichlang, weiter nach dem Schlund zu geht der laterale (vordere) Schenkel in seiner Ausbildung etwas zurück, während sich der mediale (hintere) zu einer ansehnlichen, vertikal stehenden Platte entwickelt. Nach dem Querschnittsbild bezeichnet man die Umbiegung und den kürzeren Schenkel als Knorpelhaken. Die Platte wird nach dem Ostium pharyngeum hin unregelmäßig, sie verdickt sich und zeigt gelegentlich knollenförmige Auswüchse oder ist von Spalten zerklüftet (*93*); dieselben können sogar einzelne Knorpelstücke ganz abtrennen. Der Tubenknorpel liegt in der Fossa scaphoidea des Processus pterygoideus des Keilbeines, das Ende der Ohrtrompete ist am Processus tubarius dieses Knochens befestigt (2. Abt. S. 54).

Das Lumen der Ohrtrompete ist enger im knöchernen Teil als im knorpeligen, am engsten aber dort, wo der Knorpel sich an den Knochen ansetzt (2 mm hoch, 1 mm breit). Man bezeichnet diese Stelle als Isthmus tubae.

Das Lumen der knöchernen Tube ist von dreiseitiger Gestalt und stets offen. Das Lumen des knorpeligen Teiles mit seinen beweglichen Wänden aber stellt einen langgestreckten Spalt dar, der an seinem Beginn an der knöchernen Tube unter dem umgebogenen Knorpelhaken eine Strecke weit immer klafft; auch vom Ostium pharyngeum aus klafft er. In der Mitte des Verlaufes aber ist er in der Ruhe ganz geschlossen, er öffnet sich jedoch bei jeder Schlingbewegung durch die Kontraktion derjenigen Fasern des M. tensor veli palatini, welche sich am Knorpelhaken und der häutigen Wand der Tube anheften (IV. Abt. S. 46).

Die Schleimhaut der Ohrtrompete ist eine Fortsetzung der Auskleidung des Nasenrachenraumes. Dick und stark an der Schlundmündung, wird sie nach oben hin immer dünner, bis sie in dem knöchernen Teil ganz den Charakter der Pauken-

höhlenschleimhaut annimmt. Das Epithel ist flimmerndes Zylinderepithel, dessen Flimmerbewegung nach dem Ostium pharyngeum gerichtet ist. Die Drüsen der Tube sind ebenfalls die des Nasenrachenraumes, man findet sie in deren ganzer Länge oft in großer Zahl; nur unter der Umbiegung des Knorpelhakens fehlen sie (Rüdinger 1872). Vom Schlund her setzt sich auch konglobiertes Gewebe in die Tube hinein fort, welches bald diffus ausgebreitet ist, bald sich nach Art der Zungenbälge angeordnet erweist (M. H.).

### g) Gefäße und Nerven des Mittelohres.

Die Arterien des Mittelohres kommen von verschiedenen Seiten, sie stammen aus der A. pharyngea ascendens, der A. vidiana, der A. meningea media und der A. tympanica.

Die Venen entsprechen in der Anordnung ihrer Äste den Arterien.

Die Blutgefäße haben keine scharf gesonderten Bezirke, sie hängen vielmehr alle untereinander zusammen und bilden ein alle Abteilungen durchziehendes Netz. Die gröberen Gefäße liegen tiefer, die Kapillaren größtenteils oberflächlicher. Die Gefäße des Promontoriums sind besonders weit. Die Gehörknöchelchen sind blutreich, besonders der Hammer.

Die Lymphgefäße der lateralen Teile des Mittelohres fließen in die Lymphoglandulae auriculares ab, die der medialen Teile und der Ohrtrompete in die Lymphoglandulae retropharyngeales laterales und die Lymphoglandulae cervicales profundae (Bartels 1909). Nach Most (1911) stellen die Lymphbahnen des mittleren und äußeren Ohres ein kontinuierliches Netz dar.

Die Nerven des Mittelohres stammen, wie die Arterien, aus verschiedenen Quellen. Von den motorischen Fasern für den Musc. tensor tympani und stapedius war schon die Rede (S. 59). Die sensiblen Zweige werden vom Plexus tympanicus[1]) abgegeben. Derselbe besteht aus einer bogenförmigen Anastomose zwischen dem N. tympanicus des N. glossopharyngeus und dem N. petrosus superficialis minor des Ganglion oticum. Der Plexus nimmt außerdem noch sympathische Fasern vom Plexus caroticus und motorische vom N. facialis auf. Er liegt in dem Sulcus promontorii (S. 55). Die Äste verzweigen sich in der Schleimhaut des Mittelohres, ein stärkerer Ast geht zur Tube, an deren innerer Wand er sich bis zur Rachenmündung verfolgen läßt.

Die Chorda tympani, welche im Bogen zwischen dem Hammergriff und dem langen Fortsatz des Amboß durch die Paukenhöhle verläuft, hat mit deren Nervenversorgung nichts zu tun.

Altersverschiedenheiten des Mittelohres. Die definitive Größe der Paukenhöhle und der Gehörknöchelchen ist beim Neugeborenen schon nahezu erreicht. Die mesenteriumartigen Falten der Schleimhaut sind beim Neugeborenen zahlreicher als beim Erwachsenen.

Von den pneumatischen Nebenräumen existiert nur das Antrum tympanicum, die von ihm ausgehenden Zellen bilden sich erst in den Jugendjahren aus (S. 60). Das Antrum enthält bei der Geburt noch viel Gallertgewebe.

Varietäten. Die Paukenhöhle kann kongenital ganz fehlen oder sehr verengert sein, auch die Labyrinthfenster können fehlen oder mangelhaft ausgebildet sein. Die Öffnung des Steigbügels kann durch Knochensubstanz ausgefüllt sein.

Die Ohrtrompete kann kongenital verschlossen oder erweitert sein. Ausbuchtungen oder winkelige Knickungen können die Einführung von Instrumenten unmöglich machen. Die Form des Ostium pharyngeum ist zahlreichen Varietäten unterworfen.

[1]) Jacobsonsche Anastomose.

In der Schleimhaut der Paukenhöhle und des Antrum kommen in einer Reihe von Fällen gestielte Körperchen von geschichtetem Bau vor, welche von einem bindegewebigen Achsenstrang durchzogen werden; sie sind nervenlos (Politzer 1869, Kessel 1869).

Praktische Bemerkungen. Das Mittelohr ist durch seinen Aufbau und durch seine Kommunikation mit dem Schlund zahlreichen Fährlichkeiten ausgesetzt, und so sieht man denn auch, daß es ein Lieblingssitz von Katarrhen und Entzündungen ist. Eine Otitis media ist eine häufige Erkrankung. Ist flüssiges Sekret in der Paukenhöhle vorhanden, dann sieht man es vom Gehörgang aus nicht sogleich, es muß sich im Untergeschoß erst soweit angesammelt haben, daß es den Rand des Trommelfelles überschreitet. Die zahlreichen Falten der Schleimhaut der Paukenhöhle können anschwellen und dadurch die Kommunikation zwischen den Geschossen derselben aufheben, besonders gilt dies für den Recessus epitympanicus, in welchem sich leicht eine Eiteransammlung festsetzt, welche dann den Hammerkopf, den Amboßkörper und die Außenwand der Paukenhöhle gefährdet. Auch an anderen Stellen können bei Anschwellung der Schleimhaut sinuöse Wundräume entstehen, welche einer Heilung hinderlich sind.

Das Antrum tympanicum kann natürlich von der Paukenhöhle aus leicht erkranken und es fließt dann der Eiter wegen der hochgelegenen Einmündung nur schwer nach der Paukenhöhle hin ab. Vom Antrum aus erkranken dann häufig die Cellulae mastoideae. Dieselben können durch Schwellung der Schleimhaut abgeschlossen werden, so daß erst durch Operation für Abfluß des Sekretes gesorgt werden muß. Geschieht dies nicht, dann kann ein Durchbruch erfolgen, nach außen, nach der Fossa digastrica hin, nach dem Sinus sigmoideus. Erfolgt ein Durchbruch, dann kann Hautemphysem entstehen.

Will man das Antrum eröffnen, dann dringt man unter dem deutlich durch die Haut fühlbaren hinteren Ende der Linea temporalis und dem hinteren Umfang des äußeren Gehörganges durch den Knochen in die Tiefe. Auch der Warzenfortsatz muß in einer Reihe von Fällen aufgemeißelt werden, um zu einem Entzündungsherd in seinen Zellen vorzudringen.

Die nahe Verbindung der Schleimhaut mit dem Periost bringt es mit sich, daß sich das letztere an den Erkrankungen des ersteren beteiligt, wodurch Hypertrophie oder Caries des unterliegenden Knochens hervorgerufen werden kann.

Da der Steigbügel in einer trichterartigen Vertiefung liegt, kann er mit deren Wand leicht verwachsen, was das Hören stark beeinträchtigt. Der ebenfalls trichterförmige Zugang zur Fenestra cochleae kann mit Bindegewebe ausgefüllt werden, wodurch die Funktion der Membrana tympani secundaria leidet.

Daß das Trommelfell bei Entzündungen der Paukenhöhle sehr leicht durchbrochen werden kann, versteht man. Man kommt dem sogar zuvor, indem man dem Sekret durch einen Einschnitt in dasselbe die Möglichkeit des Abflusses verschafft.

Die Knochenwände, welche die Paukenhöhle von der Nachbarschaft trennen, sind zum Teil sehr dünn, stellenweise selbst durchbrochen, wodurch die Möglichkeit einer Fortleitung von entzündlichen Vorgängen auf wichtige benachbarte Gebilde geschaffen wird. So kann der N. facialis leiden, es kann sich vom Wulst des lateralen Bogenganges aus ein Prozeß auf das innere Ohr fortsetzen, es können die im carotischen Kanal vorhandenen Venen von Phlebitis oder Thrombose betroffen werden. Auch die Fossa jugularis ist zuweilen nur durch ein äußerst dünnes Knochenplättchen von der Paukenhöhle getrennt, welches durchbrochen werden kann. Eine Dehiszenz des Tegmen tympani, schon eine große Dünne dieser Platte, begünstigt das Übergreifen von Entzündungsvorgängen auf Hirnhäute und Gehirn. Im Kindesalter bringen die noch weit offenen Nähte, Spalten, Gefäß- und Nervenlöcher Gefahren mit sich. Das stark gefäßhaltige Bindegewebe, welches sie ausfüllt, eignet sich besonders gut zur Fortleitung von Entzündungen, so treten z. B. Ohraffektionen durch die Fissura petrotympanica auf das Kiefergelenk und die Glandula parotis über. Die Gefäße, welche das Antrum mit dem äußeren Gehörgang verbinden, können Leiden des ersteren auf den letzteren übertragen.

Die Tube ist, wie erwähnt, zumeist geschlossen, was für das Eindringen von größeren Fremdkörpern durch sie in die Paukenhöhle nicht eben günstig ist, doch hat man immerhin solche hineingelangen sehen (z. B. Schnupftabakkörner). Die kleinen bakteriellen Entzündungserreger können den Kanal natürlich ungehindert durchwandern. Schwillt die Tubenschleimhaut an, dann wird es unmöglich, ihr Lumen für den zeitweiligen Durchgang von Luft zu öffnen. Die in der Paukenhöhle befindliche Luft wird nun durch Resorption verdünnt und das Trommelfell durch den äußeren Luftdruck eingedrückt. Es kann sich dem Promontorium bis zur Berührung nähern. Um den Ausgleich zwischen der äußeren Atmosphäre und dem Luftinhalt der

Paukenhöhle herzustellen, hat man durch die Tube Luft in diese einzuführen. Dies ist auf verschiedene Weise zu erreichen (Valsalva, Politzer). Benutzt man die Katheterisierung, dann hat man das Instrument am Nasenboden entlang zu leiten und muß es vermeiden, an der Tube vorbei in die hinter ihr liegende Rosenmüllersche Grube (Recessus pharyngeus) (4. Abt. S. 48) zu kommen.

### δ) Sehorgan, Organon visus.

Die Bildung des Sehorgans ist in der Tierreihe nicht so gleichartig, wie die des Gehörorgans, doch findet man immerhin bei Wirbellosen, daß eine Reihe konstruiert werden kann, welche mit einem in die Fläche der Epidermis eingestreuten und ihr angehörigen Augenfleck beginnt und mit einem von ihr abgeschnürten Bläschen endigt. Mannigfache Lichtbrechungseinrichtungen kommen noch zu dem perzipierenden Apparat hinzu, und eine wichtige Rolle spielt Pigment, welches die Sinneszellen umhüllt. Bei Tunikaten aber ist es nicht mehr die Epidermis, welche die empfindenden Zellen liefert, sondern ein in die Peripherie verlagerter Gehirnteil. Das gleiche ist auch bei den Wirbeltieren der Fall. Es ist dies jedoch kein prinzipieller Unterschied gegen die einfacher gebauten Sehorgane und gegen die anderen Sinnesorgane, da auch das Gehirn epidermoidalen Ursprunges ist. Auch beim Sehorgan der Wirbeltiere entsteht aber ebenfalls von der Epidermis aus eine Einstülpung, ähnlich wie beim Gehörorgan, welche sich in der Folge zu einem Bläschen schließt. Sie hat aber mit der Lichtperzeption nichts zu tun, dient vielmehr der Lichtkonzentration, da sich aus ihr die Linse entwickelt.

Genaueres über die Entwickelung des Auges, deren Kenntnis für das Verständnis des fertigen Organs unerläßlich ist, wolle man in der ersten Abteilung S. 163, 183 ff., 200, 204 nachlesen.

Die Teile des fertigen Sehorgans sind die folgenden: 1. der Augapfel, Bulbus oculi, ein nahezu kugeliger Körper von 24 mm Durchmesser, welcher im Hintergrunde die empfindende Membran und davor die lichtbrechenden Medien enthält, deren Aufgabe es ist, die von den leuchtenden Körpern ausgehenden Strahlen so zu brechen, daß sie sich in der empfindenden Schichte vereinigen, 2. der Sehnerv, Nervus opticus, welcher die empfindende Schichte mit dem Gehirn in Verbindung setzt; 3. die Augenmuskeln, Musculi oculi, welche den Bulbus um seine Achse drehen; 4. die Augenlider, Palpebrae, Hautfalten, welche den Augapfel decken; 5. der Tränenapparat, Apparatus lacrimalis. Er besteht aus der Tränendrüse, aus welcher sich die Tränenflüssigkeit zwischen Augenlider und Augapfel ergießt, und aus den Tränenwegen, welche die Flüssigkeit aufnehmen und in die Nase abführen; 6. der Fettkörper der Augenhöhle, Corpus adiposum orbitae, in welchen der Inhalt der Augenhöhle eingebettet ist. Er bleibt auch bei stärkster Abmagerung bei Bestand.

#### a) Augapfel, Bulbus oculi.

Die Gestalt des Augapfels ist zwar im ganzen eine sphärische, doch gleicht nur die hintere Hälfte ziemlich vollkommen einem Kugelabschnitt (*94*). Schon bald vor dem Äquator biegt sich seine Oberfläche einer Einschnürung zu, welche an der Grenze des ersten und zweiten Sechstels der sagittalen Achse am tiefsten ist. Man nennt diese Stelle Sulcus sclerae. Von hier aus gleicht sich nach vorne die Einschnürung ebenso allmählich aus, wie sie entstanden ist und trifft auf dem vorderen Gipfel des Augapfels wieder mit dem Umfang der eigentlichen Kugel zusammen. Durch diese Gestaltung hebt sich der vorderste Teil des Augapfels vom Gipfel bis zum Sulcus

sclerae als ein kleines Kugelsegment ab, welches einen kürzeren Radius besitzt als der übrige Bulbus und eine besondere Wölbung zeigt.

Derjenige Strahl, welcher in der Richtung des Einfallslotes in den Gipfel der Hornhaut eintritt und durch die lichtbrechenden Medien durchläuft, erleidet keine Brechung. Man nennt das Lot die Sehachse, Axis optica (*95*). Das vordere und das hintere Ende der Sehachse werden im Vergleich mit der Erdkugel als Pole bezeichnet. Die sagittalen Kreislinien an der Oberfläche, welche die beiden Pole miteinander verbinden, sind die Meridiane. Äquator und Äquatorialebene heißt der Kreis und die Ebene, welche den Bulbus in eine vordere und hintere Hälfte teilen. Die innere Sehachse, vom Hornhautscheitel bis zur Fovea centralis retinae ist 22,5 mm lang, die äußere Augenachse, welche sich von da bis zum äußeren Umfang des Augapfels fortsetzt, besitzt eine Länge von 24,3 mm (*95*). Kleine Modifikationen der regelmäßigen Kugelgestalt bewirken es, daß der horizontale Durchmesser (23,6 mm) etwas kürzer ist als die äußere Augenachse, noch kürzer ist der vertikale (23,3 mm). Ferner ist die nasale Hälfte des Bulbus etwas kleiner als die temporale.

Die beiden Augäpfel liegen an sich genau in der Frontalebene des Kopfes, die Pupillenmitten stehen etwa 58—60 mm weit voneinander ab.

Der Bulbus besteht aus drei übereinander geschichteten Häuten, deren jede in eine hintere und vordere Abteilung zerfällt.

Die hintere Abteilung der äußeren Augenhaut ist die weiße Haut, Sclera, die vordere die Hornhaut, Cornea.

Die hintere Abteilung der mittleren Augenhaut ist die Aderhaut, Chorioidea, mit dem Ciliarkörper, Corpus ciliare, die vordere die Regenbogenhaut, Iris. Die letztere ist von einer kreisrunden Öffnung von veränderlichem Durchmesser, Sehloch, Pupilla, durchbohrt, welche den Einfall der Lichtstrahlen in die Tiefe des Bulbus ermöglicht (*96, 97*).

Die hintere Abteilung der inneren Augenhaut ist die Netzhaut, Retina. Sie trägt die Ausbreitung des Sehnerven und ist die empfindende Schichte. Die vordere Abteilung verliert die nervösen Elemente, sie führt den Namen Ciliarteil der Netzhaut, Pars ciliaris retinae.

Der Kern des Augapfels, welcher von diesen drei Häuten umschlossen wird, füllt den Binnenraum vollständig aus und hält die Häute durch den auf sie ausgeübten Druck (intraokulärer Druck) gespannt. Er besteht aus drei Teilen. Die hintere Abteilung füllt der Glaskörper, Corpus vitreum, aus; an ihn schließt sich nach vorne die Linse, Lens crystallina (*96*), an, und der Raum vor dieser wird von einer wasserklaren Flüssigkeit, Kammerwasser, Humor aqueus, eingenommen.

## 1. Äußere Augenhaut, Tunica fibrosa oculi[1]).

Die kräftige und derbe Membran umgibt den Augapfel vollständig. Sie bedingt dessen Form und ist durch den intraokulären Druck stets straff gespannt, so daß sie dem untersuchenden Finger nur wenig nachgibt. Ihre hintere Abteilung, die Sclera, ist undurchsichtig und von weißer Farbe, ihre vordere, die Cornea, ist glasartig durchsichtig.

[1]) Tunica externa oculi.

## Sclera[1]).

Sie nimmt etwa $^5/_6$ der Oberfläche des Augapfels ein und erstreckt sich vom Sehnerveneintritt bis zum Sulcus sclerae, von welchem aus die Hornhaut beginnt. Beim Lebenden ist sie, von der Conjunctiva bedeckt, als das Weiße im Auge in der Lidspalte zu sehen. In manchen Augen, besonders in solchen farbiger Rassen, enthält die Sclera Pigment, welches ihr einen gelblichen oder bläulichen Ton verleiht. Dünne, insbesondere kindliche Sclerae, lassen das Pigment der mittleren Augenhaut durchschimmern, was sie ebenfalls bläulich erscheinen läßt.

Am dicksten ist die Sclera im hintersten Teil ihres Umfanges (1 mm und mehr), weil sich dort die äußere Scheide des Sehnerven und die Umhüllungen der Vasa und Nervi ciliares bei ihrem Durchtritt durch die Membran mit ihr verweben (*95*). An der Eintrittsstelle des Sehnerven selbst aber schärft sie sich zu und zieht als eine von den einzelnen kleinen Bündelchen des Nerven durchbohrte Platte (Lamina cribrosa[2])) quer durch ihn hin (*119*). Nach vorne wird sie allmählich dünner, so daß sie im Äquator nur noch 0,4 mm mißt. Hinter den Insertionen der geraden Augenmuskeln erreicht sie das Minimum ihrer Mächtigkeit. Die Sehnen der geraden Augenmuskeln strahlen in die Membran ein und verflechten sich, fächerförmig ausgebreitet, mit ihr. Dadurch verstärken sie ihren vorderen Teil wieder bis zu 0,6 mm. Die Sehnen der schiefen Augenmuskeln verhalten sich zur Sclera ebenso wie die geraden.

Die Elastizität der Membran ist nur gering. Wenn sich der Augapfel verkleinert, zieht sie sich nicht um den verminderten Inhalt zusammen, sondern faltet sich. Einer Ausdehnung bei vermehrtem intraokulären Druck setzt sie einen starken Widerstand entgegen.

Mit dem Blatt, welches das Corpus adiposum orbitae gegen den Bulbus abgrenzt, ist die Sclera durch feine, dehnbare Fäden ganz locker verbunden, so daß sich der Augapfel auf seiner Unterlage leicht, wie ein Gelenkkopf in seiner Pfanne, drehen kann. Mit der mittleren Augenhaut hängt sie durch pigmenthaltige Netze elastischer Fasern zusammen, welche von einer Membran in die andere übergehen (*103*).

Ihrer Struktur nach besteht die Sclera aus Bindegewebsbündeln, welche sich durchflechten. Am Sulcus sclerae sind die Bündel in den tieferen Schichten im wesentlichen äquatorial angeordnet, weiter hinten ist die Verlaufsrichtung äquatorial und meridional, hinter dem Äquator ist eine genauere Bestimmung der sehr verschiedenen Verlaufsrichtungen nicht mehr möglich. Den Bindegewebsbündeln sind elastische Fasern, je nach der Örtlichkeit, in verschiedener Menge beigemischt. In den inneren Teilen enthält die Sclera eine mehr oder weniger große Zahl von Pigmentzellen (*103*).

## Cornea.

Dieselbe ist beim Lebenden, wie erwähnt, vollkommen durchsichtig. Sie ist in die Sclera uhrglasartig eingefügt und erscheint dem unbewaffneten Auge scharf von ihr getrennt zu sein. Cornea und Sclera stoßen in einer Linie (Limbus corneae[3]) zusammen (*99*), die wie eine Schuppennaht verläuft, außen greift die Sclera, innen die Cornea über. In manchen Fällen ist die Hornhaut gleichsam in eine Rinne der Sclera eingefalzt (Rima cornealis). Die Sclera greift oben und unten etwas

[1]) Sclerotica, Tunica albuginea.
[2]) Foramen opticum sclerae.
[3]) Skleralband.

weiter über die Hornhaut, als an beiden Seiten, weshalb die letztere, von vorne besehen, einen elliptischen, von hinten dagegen einen kreisrunden Umfang zeigt.

Die Dicke der Hornhaut ist größer wie die der angrenzenden Teile der Sclera, in der Mitte ist sie am dünnsten (0,8—0,9 mm), am Rand wird sie dicker (1,1 mm) (*99*). Der Radius der Vorderfläche beträgt in transversaler Richtung im Mittel 7,8 mm, in vertikaler 7,7 mm. Der Radius der sphärisch gekrümmten Rückfläche ist 6,6 mm lang.

Die Festigkeit der Hornhaut ist eine größere, wie die anderen Häute von ähnlicher Zusammensetzung, sie bewahrt auch ausgeschnitten ihre Form.

Ihrer Herkunft nach setzt sich die Hornhaut aus drei Teilen zusammen, einem konjunktivalen, skleralen und chorioidealen. Der sklerale ist der weitaus größte, die beiden anderen bilden nur Überzüge an ihrer äußeren und inneren Oberfläche. Die Teile lagern sich in fünf Schichten: 1. Epithelium corneae, 2. Lamina elastica anterior (Bowmani), 3. Substantia propria, 4. Lamina basalis posterior (Descemeti), 5. Epithelium camerae anterioris. Als konjunktivaler Teil ist das Epithel, die vordere Basalmembran und ein kleiner Teil der Substantia propria anzusehen. Den skleralen Teil bildet die Hautmasse der Substantia propria, der chorioideale Teil besteht aus der hinteren Basalmembran und dem hinteren Epithel (*100*).

Das vordere Epithel, Epithelium corneae, ist die Fortsetzung des Epithels der Conjunctiva, also mittelbar der Epidermis. Es unterscheidet sich von dieser letzteren durch seine Dünne, es besteht nur aus wenigen Schichten, und durch das Fehlen des Stratum intermedium, welches mit seinen Körnchen die Durchsichtigkeit trüben würde. Die äußeren abgeplatteten Lagen bewahren ihre Kerne und sind nur wenig verhärtet. Die tiefste Schichte greift mit ganz kurzen Zacken und Leisten in die unterliegende Schichte ein.

Die vordere Basalmembran, Lamina elastica anterior[1]), ist nichts anderes als die Basalmembran des Corium (S. 5), nur ist sie verdickt, ähnlich der Basalmembran des Haarbalges (S. 13). Wie diese letztere ist sie auch nicht immer gleich deutlich. Niemals ist sie scharf gegen die Substantia propria abgegrenzt, deren Fasern vielmehr in sie eintreten. Durch Anwendung geeigneter Reagentien kann man in ihr die Fibrillen nachweisen. In der Jugend ist sie dicker als im Alter, in welchem die Fibrillen des Bindegewebes in der Grenzschichte mehr überhand nehmen.

Die Cornea propria zeigt in ihrem vordersten konjunktivalen Teil die Struktur der äußeren Teile des Corium, nämlich verflochtene Bindegewebsbündel, welche meist schräg nach außen zur Oberfläche aufsteigen. Nach innen gehen sie ohne Abgrenzung in das Gewebe des skleralen Teiles der Hornhaut über. Dieser besteht aus übereinander geschichteten Lamellen, welche sich aus Bindegewebsfibrillen zusammensetzen. In jeder Lamelle haben die gestreckten Fasern einen parallelen Verlauf, in den einander benachbarten Lamellen ist jedoch die Richtung eine verschiedene, oft sogar rechtwinkelig gekreuzte. Ohne geeignete Behandlung mit Reagentien (z. B. übermangansaures Kali, 10%ige Kochsalzlösung) ist aber an Schnitten der Hornhaut von den Fasern nichts zu sehen, da sie durch eine besonders stark lichtbrechende Zwischensubstanz, welche auch die wasserklare Durchsichtigkeit der lebenden Membran bedingt, unsichtbar gemacht werden. Mit dem größten Teil ihrer Oberfläche sind die einander berührenden Lamellen teils durch eine Kittsubstanz, teils

[1]) Lamina basalis anterior.

durch Faseraustausch fest verbunden. Doch bleiben zwischen den Lamellen Lücken, die sog. Interlamellarlücken. Sie erscheinen auf Dickendurchschnitten der Membran wie einzelne wetzsteinähnlich geformte Spalten, deren größter Durchmesser der Oberfläche der Hornhaut parallel gerichtet ist. Man kann sie aber durch Einstich injizieren, und dann erweisen sie sich als Teile eines die ganze Hornhaut durchziehenden, den Lymphgefäßen vergleichbares plasmatisches Kanalsystem, welches auch mit den Lymphgefäßen der Conjunctiva in Zusammenhang steht (*101*). Dasselbe ist ausgekleidet von einer widerstandskräftigen Grenzschichte, in welche platte Zellen eingeschaltet sind, deren Körper der einen Wand der Lücken anliegt. Die Zellen besitzen große Kerne von unregelmäßiger Form, und mehr oder weniger zahlreiche, meist platte Fortsätze, deren Verlauf von der Faserrichtung der den Lücken anliegenden Lamellen vielfach beeinflußt wird. Bei vielen Tieren sind die Fortsätze dünn und mehr zackenförmig. Indem sie miteinander anastomosieren, bilden die Zellen ein die ganze Hornhaut durchziehendes Zellnetz.

Die hintere Basalmembran, Membrana elastica posterior[1]) (*100*), ist mit der Cornea propria nicht allzu fest verbunden. Sie erscheint sehr widerstandskräftig und ganz homogen, doch läßt sie sich bei geeigneter Behandlung (Kochen) in einzelne Blätter zerlegen. In der Kindheit ist sie dünn, erreicht aber im Gegensatz zur vorderen Basalhaut in höherem Alter eine immer größere Mächtigkeit. An der Peripherie wird sie am dicksten, dort findet man sie bei alten Leuten auch mit warzenförmigen Erhabenheiten besetzt.

Das hintere Epithel, Epithelium camerae anterioris (*100*), besteht aus einer einfachen Lage platter Zellen; Interzellularlücken, welche zwischen ihnen beschrieben werden, dürften wohl stets Kunstprodukte sein, da man solche an unmittelbar nach dem Tod gut fixierten Zellen nicht beobachtet. Ein wesentlicher Teil der Funktion des hinteren Epithels besteht darin, daß sie die Diffusion des Kammerwassers in die Hornhautsubstanz verhindert (Leber 1873).

An ihrem Rande, Limbus corneae, hängt die Hornhaut mit den angrenzenden Teilen unmittelbar zusammen. Das Epithel geht in dasjenige der Conjunctiva bulbi über; die vordere Basalmembran schärft sich zu und wird so fein, daß sie im Bereich der Conjunctiva nicht mehr nachzuweisen ist. Die vordersten Schichten der Cornea propria lassen sich in das Bindegewebe der Conjunctiva verfolgen und diese letztere ist daselbst auch noch fest mit dem Anfang der Sclera verbunden (Anulus conjunctivae). Die Lamellen der Hornhaut und das Gewebe der Sclera gehen ganz direkt ineinander über und es erscheint die Stelle, an welcher die durchflochtenen Bündel dieser letzteren sich zu den durchsichtigen und regelmäßigen Lamellen der ersteren ordnen, der makroskopischen Betrachtung als der beschriebene Hornhautfalz. Die hintere Basalmembran setzt sich am Hornhautfalz auf die Bälkchen der inneren Begrenzung des Sinus venosus (s. unten) fort. Das hintere Epithel setzt sich in die Zellen fort, welche diese Bälkchen umhüllen (*99*).

Die Blutgefäße der äußeren Augenhaut sind sehr spärlich, die in der Sclera vorkommenden Kapillarnetze sind weitmaschig und fein. Die Hornhaut ist im allgemeinen völlig blutlos, nur schieben sich vom Anulus conjunctivae her Kapillarschlingen (Randschlingennetz) in die äußerste Peripherie der Membran vor (*24*).

Lymphgefäße besitzt die Sclera wahrscheinlich nicht, das Kanalnetz der Hornhaut steht dem lymphatischen System nahe.

[1]) Descemetsche Haut.

Nerven. Die Nerven der Sclera werden von den Ciliarnerven abgegeben. Sie gelangen teils an die Gefäße, teils endigen sie frei zwischen den Faserbündeln und auf den Körpern der Bindegewebszellen (Smirnow 1900). Auch die Hornhautnerven stammen von den Ciliarnerven ab. Sie sind sehr zahlreich und dringen vom Rande aus in radiärer Richtung gegen den Hornhautscheitel vor. Sie sind in Kanälchen eingeschlossen, welche mit dem plasmatischen Kanalsystem in Verbindung stehen. Von ihnen steigen Fasern auf, welche durch die vordere Basalmembran in das Epithel eintreten und dort knöpfchenförmig endigen. Die unverletzte Hornhautfläche ist überaus empfindlich, während der Grund von Hornhautwunden keine Empfindlichkeit zeigt.

Altersunterschiede. Die Sclera des Neugeborenen ist relativ dünn. Die Cornea des Neugeborenen besitzt einen relativ bedeutenden Umfang, sie ist selbst absolut dicker, als beim Erwachsenen. Sie ist stärker gekrümmt und in den peripherischen Teilen stärker gewulstet, wie die des Erwachsenen (Merkel und Orr 1892). An der Hornhaut des Greises tritt der Greisenbogen, Arcus senilis[1]) auf, eine halbmondförmige Einlagerung von Fettkörnchen am oberen oder unteren Rand der Membran, welche die betroffenen Stellen undurchsichtig, wie milchig getrübt, erscheinen lassen. Die Trübung dehnt sich immer mehr aus, schließlich bildet sie einen um die Hornhautperipherie herumgehenden Kreis.

Varietäten. Die Größe der Hornhaut kann nach der einen oder anderen Seite von der Norm abweichen. Ihre Durchsichtigkeit kann herabgesetzt sein oder fehlen. Zahlreiche angeborene Krümmungsanomalien werden beobachtet.

## 2. Mittlere Augenhaut[2]), Tunica vasculosa oculi[3]).

Die mittlere Augenhaut legt sich der Sclera vom Eintritt des Sehnerven ab bis zum Sulcus sclerae enge an und ihre Außenseite wiederholt die Form der Lederhaut vollständig, was sich daraus erklärt, daß die beiden Häute entwickelungsgeschichtlich aus einer gemeinsamen Anlage hervorgehen. Dem Hornhautfalz gegenüber wendet sich die Gefäßhaut plötzlich im Winkel nach der Augenachse zu und ragt als Blendung frei in den Bulbus hinein. Dieselbe ist auch am Lebenden durch die Hornhaut hindurch sichtbar und zeigt sich in der Mitte von dem runden Sehloch, Pupilla, durchbohrt. Diese Öffnung ist in ihrer Breite regulierbar und wird als Diaphragma für die in das Auge einfallenden Lichtstrahlen benutzt; sie erlaubt auch dem Untersucher bei geeigneter Beleuchtung einen Einblick in das Innere des Augapfels.

Auch im Hintergrund des Auges besitzt die Gefäßhaut ein rundes Loch (Foramen opticum chorioideae), welches den die Augenhäute durchsetzenden Sehnerven mit einem Bindegewebsring umgibt und eng umschließt (*119*).

Die dem Inneren des Auges zugewandte Seite der mittleren Augenhaut zeigt an einzelnen Stellen ein reicheres Relief, wie die Außenseite, was damit zusammenhängt, daß sie eine Anzahl von differenten physiologischen Funktionen in sich vereinigt. Danach trennt man die mittlere Augenhaut von hinten nach vorn in die drei Abteilungen: Aderhaut, Chorioidea, Ciliarkörper, Corpus ciliare, und Regenbogenhaut, Iris.

Die mittlere Augenhaut ist in gewisser Weise der gerade Gegensatz der äußeren; sie ist zart, stellenweise sogar leicht zerreißlich, sie enthält eine sehr große Zahl von Gefäßen, zahlreiche Nerven, und ist mit Muskeln ausgestattet. Wie also die fibröse

[1]) Gerontoxon.
[2]) Gefäßhaut.
[3]) Tunica oculi media. Uvea.

Augenhaut eine Art äußeres Skelet des Bulbus mit all seiner Stabilität und Einfachheit darstellt, so ist die Gefäßhaut die Trägerin der wichtigsten Zirkulationsvorgänge im Bulbus und der in ihm ablaufenden Bewegungen, welche für die Accommodation und damit für den ganzen Sehakt des hochentwickelten menschlichen Auges so überaus bedeutungsvoll sind (M.).

## Aderhaut, Chorioidea[1]).

Dieselbe nimmt die hinteren zwei Drittel des Augapfels ein und stellt somit den größten Teil der Gefäßhaut dar. Sie ist sehr dünn (0,05—0,08 mm), dabei zart und sehr zerreißlich. Ein Pigmentgehalt von wechselnder Reichlichkeit läßt sie bald heller, bald dunkler braun erscheinen. Ihr vorderes Ende geht in den Ciliarkörper über (*103, 113*).

Die Innenseite der Chorioidea ist vollkommen glatt, die der Sclera zugekehrte Außenseite aber rauh und flockig, was mit ihrem physiologischen Verhalten zusammenhängt. Sie ist nur hinten am Sehnerveneintritt und vorn am Sulcus sclerae fest mit der äußeren Augenhaut verwachsen. Auf der ganzen dazwischen liegenden Strecke ist die Verbindung der ursprünglich auch dort innig miteinander verbundenen beiden Membranen durch die Bewegungen, welche die Aderhaut ausführt, so sehr gelockert, daß dieselbe nur durch eine Anzahl feiner durchbrochener, untereinander zusammenhängender, pigmenthaltiger Lamellen aufrecht erhalten wird, zwischen welchen sich ein Spaltraum (Spatium perichorioideale) vom Sehnerveneintritt bis zum vorderen Ende der Sclera hinzieht (*103*). Trennt man die beiden Augenhäute voneinander, dann reißen die verbindenden Lamellen entzwei, der eine Teil bleibt an der Sclera hängen und bildet nun im Verein mit der pigmenthaltigen Innenseite dieser Membran das, was man Lamina fusca nennt, der andere Teil, welcher in Fetzen an der Chorioidea hängt, macht ihre Außenseite rauh und flockig, er wird als Lamina suprachorioidea beschrieben.

Der Perichorioidealraum wird von einer Anzahl von Ciliarnerven benutzt, um von hinten her nach den vorderen Teilen des Bulbus zu gelangen, auch einige Gefäße durchsetzen ihn (M.).

Auf der äußeren Fläche der Aderhaut fallen zahlreiche helle, in meridionaler Richtung verlaufende Streifen auf; es sind dies die Ciliararterien und -Nerven, welche sich erst in der Gegend des Ciliarkörpers verlieren, wo sie in die mittlere Augenhaut eintreten. In die Substanz der Chorioidea selbst eingeschlossen sieht man ferner vier bis fünf wirbelförmig vereinigte Venen, welche der äußeren Oberfläche ein sehr charakteristisches Aussehen verleihen (*102*).

Ihrer Struktur nach besteht die Chorioidea außer der Suprachorioidea aus drei deutlich unterscheidbaren Schichten: Lamina vasculosa[2]), Lamina choriocapillaris[3]) und Lamina basalis[4]) (*103*).

Die Suprachorioidea besteht aus feinen, untereinander zusammenhängenden, homogenen Lamellen, in welche Netze feiner elastischer Fasern eingelagert sind und welche zahlreiche Pigmentzellen tragen. Gegen die zwischen den Lamellen befindlichen Spalträume sind sie durch ein dünnes feines Plattenepithel abgegrenzt.

---

[1]) Von *χόριον*, Haut, Eihaut. Syn. Vasculosa.
[2]) Tunica vasculosa Halleri.
[3]) Membrana Ruyschiana.
[4]) Membrana Bruchii.

Die Lamina vasculosa enthält die gröberen Gefäße, also Arterien und Venen, daneben auch Nervenzweige und Muskelzüge. Das Stroma der Schichte schließt sich ohne Grenze an die Suprachorioidea an und ist aus ähnlichen Lamellen wie sie zusammengesetzt. Nur die Gefäße und Nerven werden von leimgebendem Gewebe begleitet. Da die Pigmentzellen in den Zwischenräumen zwischen den Venen in größerer Zahl vorhanden sind, wie über denselben, treten sie als hellere Streifen auf dunklerem Grund hervor.

Die Lamina choriocapillaris, in welche die kapillar gewordenen Gefäße aus der Lamina vasculosa eintreten, ist pigmentlos und besteht nur aus den durch eine strukturlose, feinkörnige Substanz verbundenen Kapillarnetzen, welche im Hintergrund des Auges dichter sind, als weiter vorne.

Die Lamina basalis wird von der vorhergehenden Schichte durch ein sehr dichtes elastisches Fasernetz getrennt. Sie erscheint strukturlos, doch kann man bei geeigneter Behandlung einen feinen faserigen Bau in ihr wahrnehmen (Smirnow 1897).

## Ciliarkörper, Corpus ciliare.

An die Chorioidea schließt sich nach vorne das Corpus ciliare an, an welchem man unterscheidet: den Orbiculus ciliaris, den Musculus ciliaris und die Corona ciliaris, von welcher sich etwa 70 gefäßreiche Kämme, die Processus ciliares, erheben.

Der Orbiculus ciliaris (*96*) ist eine Übergangszone zwischen dem hinteren und vorderen Teil der mittleren Augenhaut. Die Dicke der Membran bleibt anfänglich unverändert, ihr Stroma wandelt sich zu leimgebendem Bindegewebe um, die Basalmembran wird durch netzförmige Rippen in Grübchen abgeteilt, in welchen sich Pigment ablagert. Die wesentlichste Wandlung erfahren die Blutgefäße. Da die Kapillarschichte der Chorioidea zur Ernährung der Sinnesepithelien der Retina dient, verschwindet sie mit dem Aufhören der empfindenden Schichte. Die den Wirbelgefäßen zuströmenden Venen gehen aus dem gebogenen in einen gestreckten Verlauf über, ebenso auch die übrigen Gefäße. Die Muskeln fangen an, an Menge zuzunehmen. An der Innenseite der Aderhaut erheben sich ganz allmählich, anfänglich nur mit der Lupe, dann auch mit bloßem Auge sichtbar, kleine meridional gestellte Fältchen (*107*).

Musculus ciliaris[1]). Nach vorne vom Orbiculus ciliaris wächst die Dicke der Augenhaut rasch und stetig an, bis sie etwa in gleicher Höhe mit dem Sulcus sclerae eine Mächtigkeit von einem Millimeter und mehr erreicht. Es wandelt sich also die hinten so dünne Membran zu einem verdickten Ring um, welcher auf dem Längsschnitt eine keulenförmige Gestalt hat. Statt der braunen tritt auf der Außenseite eine grauweiße Färbung auf, von der Innenfläche des Ringes erheben sich die Ciliarfortsätze, von welchen nachher die Rede sein wird.

Die grauweiße Substanz ist der Musculus ciliaris (*99*). Der äußeren Oberfläche zunächst findet man meridional verlaufende Fasern, welche sich vom Hornhautfalz durch den Orbiculus ciliaris bis in die Chorioidea hinein erstrecken. (Fibrae meridionales Brückei.) Sie heften sich dem Sinus venosus sclerae gegenüber zum Teil an das vordere Ende der Sclera, wo dieselbe vorzugsweise aus zirkulär verlaufenden, von starken elastischen Fasernetzen umgebenen Bindegewebsbündeln besteht, zum Teil an das Ligamentum pectinatum iridis, von welchem unten gesprochen werden wird (*107*).

[1]) Ligamentum ciliare.

In den inneren Teilen verlaufen die Fasern zirkulär (Fibrae circulares Mülleri). Zwischen beiden Verlaufsarten findet man Bündel eingeschoben, welche netzartig angeordnet sind und die longitudinalen und zirkulären Züge miteinander verbinden (*99*).

Die drei Abteilungen des Muskels sind gewöhnlich gleich stark, doch kommen Fälle vor, in welchen eine Faserrichtung bedeutend überwiegt, ja die andere ganz verdrängt. Es scheint nicht, daß eine solche Anordnung etwas mit dem kurz- oder weitsichtigen Verhalten des Auges zu tun hat, wie es von gewisser Seite (Iwanoff 1869) angenommen wurde.

Die Innenseite des Musculus ciliaris wird von dem gefäßhaltigen Gewebe der mittleren Augenhaut überkleidet, welche sich von der Chorioidea aus über den Orbiculus ciliaris hin bis zur Wurzel der Iris fortsetzt. Es bildet die Grundplatte, von welcher sich die Ciliarfortsätze, Processus ciliares, erheben (*96, 107*). Diese entstehen zumeist durch den Zusammentritt von je drei oder vier der kleinen meridionalen Fältchen des Orbiculus ciliaris und bilden je einen lappenförmigen Fortsatz von dreiseitiger Gestalt, dessen Basis auf der Grundplatte steht, dessen abgerundete Spitze, in welcher eine hintere längere und eine vordere kürzere Seite zusammenstoßen, nach der Linse hinsieht. Die freien Ränder der Ciliarfortsätze zeigen sich bald stärker, bald schwächer gewunden. Eine Anzahl der kleinen Fältchen des Orbiculus ciliaris geht nicht in den Ciliarfortsätzen auf, sondern läuft unverändert zwischen ihnen nach vorne (Plicae ciliares). Ihre Verborgenheit und ihre dicke Pigmentbedeckung entzieht sie leicht der Beobachtung.

Ihrem Bau nach bestehen die Ciliarfortsätze aus Chorioidealstroma, welches schon an das Irisgewebe erinnert und aus einer großen Menge enggewundener Gefäße.

## Regenbogenhaut, Iris.

Dieselbe ist eine kreisrunde Scheibe mit einer ebenfalls kreisrunden Öffnung, dem Sehloch, Pupilla, versehen, welche jedoch nicht im Zentrum der Membran liegt, sondern wenig, aber doch leicht kenntlich nach der Nasenseite und nach unten abweicht (*106*). Sie liegt vor der Linse und hat die Funktion, den Lichteinfall in das Auge durch Vergrößerung und Verkleinerung der Pupille zu regulieren (*104, 105*). Mit ihrem äußeren Rand, Margo ciliaris, erhebt sie sich vom vorderen Ende des Ciliarkörpers, indem sie sich aus dessen Grundplatte fortsetzt (*108*). Mit ihrem inneren Rand, Margo pupillaris, ruht sie auf der Vorderfläche der Linse (*99*). Die Frontalebene dieses letzteren Randes liegt etwas weiter nach vorn als die des Ciliarrandes, so daß man die Membran im ganzen mit einem sehr flachen Trichter vergleichen dürfte (M.).

Auf der vorderen Oberfläche der Iris, welche bis auf einen ganz kleinen, hinter dem Hornhautfalz verborgenen Teil auch am Lebenden sichtbar ist, findet man etwa einen Millimeter vom Pupillenrand entfernt, eine unregelmäßige zackige oder polygonale Linie, welche zwei ungleich breite Zonen voneinander scheidet, den pupillar gelegenen Anulus iridis minor[1]) und den ciliaren Anulus iridis major[2]) (*106*). Von der Grenzlinie aus verlaufen durch die Pupillarzone kleine, unregelmäßige, leistenartige Falten, welche zum Pupillarrand hinziehen. Der Pupillarrand selbst wird von einem feinen und gekerbten, dunkelbraunen Saum gebildet, welcher dem

[1]) Annulus iridis internus, pupillaris.
[2]) Annulus iridis ciliaris.

hinteren Pigmentbelag angehört (*109*). Auch die Ciliarzone zeigt Leisten, welche jedoch feiner sind als die der Pupillarzone, und welche bald ganz verstreichen. Bei einer völlig ungefärbten Iris kompliziert sich das Bild der vorderen Oberfläche dadurch, daß die geschlängelten Gefäße, ihrer starken Adventitia wegen, als weißliche Linien mehr oder weniger deutlich durchschimmern.

Die hintere Oberfläche ist in allen normalen Augen gleichmäßig schwarz. (*108, 109*). Sie ist mit radiären Fältchen besetzt, welche im Bereich des Anulus iridis minor besonders fein sind.

Die Farbe der Iris wechselt mit ihrem Pigmentgehalt. Eine farblose Iris erscheint wegen des Durchschimmerns der dunklen Pigmentschichte, welche stets ihre Rückseite überzieht, blau. Tritt Pigment auf, dann verbreitet sich dasselbe meist von der Pupillaröffnung aus nach der Peripherie. Je nach der Menge des vorhandenen Pigmentes ist die Farbe der Iris verschieden, hellgrau oder grünlich, hellbraun, dunkelbraun, schwarz.

Bau der Iris. Die Dicke der Iris beträgt zwischen 0,3 und 0,4 mm. Sie ist ungemein weich, zerreißlich und von schwammigem Gefüge, so daß schon das Anprallen eines Fremdkörpers am Bulbus genügen kann, um die Membran an dem besonders dünnen Ciliarrand abzureißen. Sie besteht im wesentlichen aus Blutgefäßen, welche zwar eine auffallend starke und derbe Wand zeigen, welche aber untereinander nur durch das allernötigste Bindegewebe zusammengehalten werden (*110*). Die Gefäße liegen in der Mitte der Dicke der Membran[1]), vor[2]) und hinter ihnen verdickt sich das Stromagewebe, ohne jedoch seinen Charakter zu ändern. Das spärliche interstitielle Gewebe ist arm an Fibrillen, aber reich an sternförmigen, protoplasmatischen Zellen. In einer blauen Iris sind dieselben farblos, in einer gefärbten die Träger des Pigmentes. Je mehr sie von diesem enthalten und je zahlreicher sie vorhanden sind, um so dunkler erscheint die Membran. Die zahlreichen Lücken, welche im Stroma der Iris zwischen den Bindegewebselementen bleiben, sind von Flüssigkeit erfüllt; sie stehen mit der vorderen Augenkammer in Verbindung.

Die vordere Fläche der Iris ist von einem zarten Epithelhäutchen überzogen, welches am Ciliarrand mit dem hinteren Epithel der Hornhaut zusammenhängt. Es ruht auf einer Lage von feinen Bindegewebsnetzen. Auf der hinteren Fläche der Membran liegt die der inneren Augenhaut entstammende Pars iridica retinae. Sie besteht, wie es ihre Herkunft von dem doppelwandigen Augenbecher (1. Abt. S. 185) mit sich bringt, aus zwei aufeinander liegenden Zellschichten, welche am Pupillarrand ineinander übergehen. Da die Umschlagsfalte den Pupillarrand des Irisstromas um eine Kleinigkeit überragt, bildet sie den erwähnten (S. 72) schwarzen Saum der Pupille. Die hintere, der Linse zugekehrte Lamelle besteht aus einer Lage von hohen, mit Pigment erfüllten Zellen (Stratum pigmenti iridis[3])), die vordere setzt sich aus niederen Zellen zusammen und an das Stroma der Iris selbst grenzt eine Schichte von radiär faseriger Beschaffenheit[4]).

Die Muskulatur der Iris ist ektoblastischer Herkunft (1. Abt. S. 224). Sie besteht aus glatten Fasern und setzt sich zusammen aus einem Musculus sphincter pupillae[5]) und einem Musculus dilatator pupillae. Der erstere (*109*) ist kreisförmig

[1]) Gefäßschichte.
[2]) Vordere Grenzschichte.
[3]) Pars retinalis iridis.
[4]) Hintere Grenzschichte. Bruchsche Membran.
[5]) Sphincter iridis.

um den Pupillarrand gelagert und besteht aus einem 0,8—1,0 mm breiten Muskelring von 0,07—0,1 mm Dicke, welcher nach der Pupille hin fast den freien Rand erreicht. Er liegt hinter den Gefäßen, also der Hinterfläche der Membran genähert. Der letztere besteht aus den erwähnten Elementen, welche zwischen das Stratum pigmenti iridis und das Stroma der Membran eingeschoben sind. Es sind dies Faserzellen, welche ihren Kern in einer protoplasmatischen, pigmentierten Ausbuchtung der dem Inneren des Auges zugekehrten Seite tragen. Diese Ausbuchtungen erscheinen auf Schnitten als die niederen Zellen unter dem Stratum pigmenti, die spindelförmigen Teile der Zellen, welche nicht pigmentiert sind, bilden die faserige Grenzschichte (Bruchsche Membran) (*110*).

## Iriswinkel, Angulus iridis.

Unter diesem Namen versteht man die Stelle, an welcher der Ciliarrand der Iris, der Ciliarkörper, die Cornea und die Sclera zusammenstoßen, also die seitliche Ecke der vorderen Augenkammer (*108*). Man findet dortselbst ein venöses Ringgefäß, Sinus venosus sclerae[1]). Seine äußere Begrenzung wird durch eine Rinne der äußeren Augenhaut dicht vor dem Übergang der Sclera in die Cornea geliefert, seine innere ist das Ligamentum pectinatum iridis. Dasselbe ist ein System von zirkulär verlaufenden, epithelbekleideten Bälkchen, welche miteinander anastomosieren und ein Netz mit sehr in die Länge gezogenen Maschen bilden. Dieses Bälkchennetz hängt einerseits mit der tiefsten Schichte der Hornhaut zusammen, andererseits erhält es Zuzüge von der Iriswurzel, und drittens gehen von ihm die Fasern aus, welche die Sehne der meridionalen Fasern des Ciliarmuskels bilden (S. 71). Das Verhältnis zum Sinus venosus sclerae ist so, daß die Spalten zwischen den Balken des Ligamentes bis zu dessen Lumen hin sich erstrecken; es ist dasselbe daher nur durch seine epitheliale Auskleidung von dem Inneren der Augenkammer getrennt.

Die Blutgefäße der mittleren Augenhaut sind im wesentlichen bereits in vorstehendem besprochen worden.

Als Lymphräume sind anzusehen der Perichorioidealraum, dessen Abflußwege Lymphscheiden bilden, welche die Venae vorticosae umgeben, und außerdem das lockere, mit vielen Spalten versehene Gewebe in der Umgebung der Irisgefäße.

Die Nerven der mittleren Augenhaut sind in erster Linie Stämmchen, welche in der Suprachorioidea vorwärts ziehen, um einerseits in die äußere, andererseits in die mittlere Augenhaut einzutreten. In der letzteren findet man Geflechte, in welche Ganglienzellen eingeschaltet sind. Im Ciliarkörper ist dann ein besonders reiches und ganglienzellenhaltiges Geflecht zu finden, Plexus gangliosus ciliaris, von dem aus zahlreiche sensible, motorische und Gefäßnerven abgegeben werden. Auch in die Iris steigen von hier aus Nerven auf, welche sich außerordentlich reich verästeln, die Muskeln versorgen und in einfach sensible Endigungen auslaufen. Ob die menschliche Iris Ganglienzellen enthält, ist zweifelhaft (Retzius 1893) (M. H.).

Altersverschiedenheiten. Die mittlere Augenhaut des Neugeborenen ist pigmentarm, die Iris ist blau. Doch beginnt das Dunkelwerden derselben oft schon kurz nach der Geburt. In anderen Fällen dauert es mehrere Jahre bis die definitive Farbe erreicht ist und ein geringes Nachdunkeln kommt selbst noch bei Erwachsenen vor. In höherem Alter bleicht die mittlere Augenhaut, ähnlich den Haaren, mehr und mehr aus. Die Ciliarfortsätze werden im Alter dicker, plumper, unregelmäßiger und sind stärker gewunden (Heß 1910).

[1]) Canalis Schlemmii. Sinus venosus iridis. Circulus venosus iridis.

Varietäten. Als eine Entwickelungshemmung ist es anzusehen, wenn Reste der fetalen Pupillarmembran erhalten bleiben, ebenso, wenn im unteren Teil der Iris die fetale Augenspalte als Coloboma iridis persistiert. Eine rudimentäre Ausbildung der Iris teilweise oder im ganzen wird beobachtet. Der allgemeine Pigmentmangel (Albinismus) macht sich besonders auffallend in einer graurötlichen Farbe der Iris bemerklich. Zuweilen ist der Pigmentgehalt in den Regenbogenhäuten beider Augen verschieden entwickelt, die eine Iris kann blau, die andere braun sein; scheckige Regenbogenhäute sind nicht selten. Der Pigmentsaum der Pupille ist nicht überall gleich entwickelt, meist oben schwächer (Hohmann 1912).

Bei Säugetieren ist ein Leuchten der Augen weit verbreitet. Dasselbe wird durch das metallisch glänzende Tapetum hervorgerufen. Bei Ungulaten, Elefanten, Cetaceen und gewissen Beuteltieren besteht dasselbe aus irisierenden Fasern (Tapetum fibrosum), welche nach außen von der Choriocapillaris liegen. Bei Carnivoren und Pinnipediern besteht es aus Zellen (Tapetum cellulosum), welche nadelförmige Kristalle enthalten.

Bei Vögeln und Sauriern besteht der Ciliarmuskel aus quergestreiften Fasern.

## 3. Innere Augenhaut, Tunica nervosa oculi [1]).

Die innere Augenhaut überzieht die Innenseite der mittleren vollständig, sie überragt dieselbe sogar mit dem Saum, welcher die Pupillenöffnung umgibt. Sie bildet sich aus dem embryonalen Augenbecher (1. Abt. S. 185) und ist daher doppelschichtig. Die äußere Schichte ist dünner, aus ihr entsteht das Pigmentepithel, Stratum pigmenti retinae, die innere, schon sehr frühzeitig dickere Schichte wandelt sich zum Sinnesepithel des Sehorgans um. An sie legen sich noch dem Gehirn entstammende Schichten an und bilden in Gemeinschaft mit den Sinneszellen den empfindenden Teil der Netzhaut, Pars optica retinae. Die Stelle, an welcher die empfindende Netzhaut ihr Ende findet, ist auch mit bloßem Auge als rundlich ausgezackte Grenze, Ora serrata, zu sehen (*96*). Vor ihr, wo die nervösen Teile fehlen, nennt man die Membran Pars ciliaris retinae. Sie erstreckt sich bis zum Ciliarrand der Iris, auf deren Rückseite die schon beschriebene Pars iridica retinae zu finden ist.

### Pigmentepithel, Stratum pigmenti retinae.

Das Pigmentepithel (*111*) besteht aus einer einfachen Lage kubischer und regelmäßig sechsseitiger Zellen. Nach außen grenzen sie an die Basalmembran der Chorioidea, mit welcher sie fester verbunden sind, als mit der Retina. Nach innen berühren sie die Köpfe der Retinastäbchen. Der äußere Teil der Zellen ist pigmentfrei oder doch pigmentarm; er enthält den Kern. Der innere, der Retina zugekehrte Teil ist stark pigmentiert. Von ihm gehen fransenartige Protoplasmafortsätze aus, welche zwischen die Außenglieder der Stäbchen und Zapfen der Netzhaut hineinreichen. Sie enthalten ebenfalls Pigment, welches unter dem Einfluß der Belichtung in sie einströmt, während es sich im Dunkeln mehr und mehr in den Zellkörper zurückzieht.

Rings um den Sehnerveneintritt und am gelben Fleck pflegt die Pigmentierung am dichtesten, pflegen die Zellen am größten zu sein.

Das Pigmentepithel im Bereich des Ciliarkörpers zeigt Zellen, welche gleichmäßig pigmentiert sind und keine Fortsätze besitzen.

Die Zellen des Pigmentepithels erzeugen das Sehrot [2]), eine Substanz, welche die Außenglieder der Stäbchen, nicht die der Zapfen, durchtränkt. Es bleicht im

[1]) Tunica interna oculi.

[2]) Sehpurpur, Rhodopsin.

Licht aus und erzeugt sich in der Dunkelheit aufs neue. Zweifellos besitzt es eine Bedeutung für den Sehakt.

## Netzhaut, Retina.

Die Pars optica der Netzhaut ist im lebenden Auge glasartig durchsichtig, glatt und zeigt an überlebenden Objekten eine zarte, purpurrote Farbe, welche von dem die Außenglieder der Stäbchen durchtränkenden Sehrot herrührt. Ihrer Durchsichtigkeit wegen scheinen die in ihr verlaufenden Gefäße frei über der Pigmentmembran zu schweben. Im Hintergrund des Auges zeigt sich in der nasalen Hälfte des Bulbus ein kreisrunder, weißer Fleck von 1,5 mm Durchmesser, der Sehnervenеintritt, Papilla optica (*98*). Im ganzen eben besitzt er in der Mitte eine kraterartige Vertiefung, Excavatio papillae nervi optici. Aus dieser tauchen die rotgefärbten Gefäße der Retina auf. 4 mm lateralwärts von der Sehnervenpapille bemerkt man eine gelb gefärbte kreisrunde oder querelliptische Stelle, den gelben Fleck, Macula lutea[1]); bei der ophthalmoskopischen Untersuchung erscheint er dunkel braunrot (*125*). In ihrer Mitte zeigt sie bei günstiger Beleuchtung eine nadelstichähnliche Vertiefung, die Zentralgrube, Fovea centralis, welche genau in der Sehachse liegt. Im vorderen Teil des Bulbus ist endlich mit bloßem Auge die gezackte Ora serrata zu erkennen, welche die vordere Grenze der Pars optica retinae bildet.

Die Retina ist zunächst dem Sehnerveneintritt am dicksten (0,3—0,4 mm stark); nach vorne verdünnt sie sich bis auf 0,1 mm an der Ora serrata. Am dünnsten ist sie in der Fovea centralis.

Die Netzhaut ist überaus zart und zerreißlich, in der Leiche wird sie zum Zerfließen weich. Sie verliert rasch ihre Durchsichtigkeit und wird grau. Es treten Falten auf, die Stelle der Macula lutea schwillt an, ebenso quillt der Sehnerveneintritt hügelartig auf, was zu der unzutreffenden Bezeichnung „Sehnervenpapille" Veranlassung gegeben hat.

Ihrer Struktur nach zerfällt die Netzhaut in zwei Schichten, die Sinnesepithelschichte und die Gehirnschichte, welche beide aus den Elementen des Retinablattes der Augenbecher (1. Abt. S. 185) hervorgehen. Die Sinneszellen entsprechen den Ependymzellen der Hirnventrikel, die Gehirnteile den unter dem Ependym liegenden nervösen Gebilden. Zu den lichtempfindenden Teilen kommen ebenso wie in anderen Sinnesorganen noch Stützelemente, welche die ganze Dicke der Retina in radiärer Richtung durchsetzen.

Die einzelnen gleichwertigen Teile der leitenden und stützenden Elemente liegen durch die ganze Netzhaut hin immer in gleicher Höhe. Dadurch entstehen Schichten, welche auf einem Dickendurchschnitt der Membran sogleich in die Augen fallen.

Man unterscheidet von außen nach innen die folgenden:

| | |
|---|---|
| Sinnesepithelschichte | 1. Stäbchen- und Zapfenschichte. |
| | 2. Membrana limitans externa. |
| | 3. Kernschichte[2]). |
| | 4. Äußere Faserschichte. |

[1]) Macula flava.

[2]) Körnerschichte; äußere Körnerschichte.

Gehirnschichte
5. Äußere retikuläre Schichte[1]).
6. Schichte der Bipolaren[2]).
7. Innere retikuläre Schichte[3]).
8. Ganglienzellenschichte[4]).
9. Nervenfaserschichte[5]).
10. Membrana limitans interna.

An dem Dickendurchschnitt einer gut konservierten Retina (*111*) erscheint die Stäbchen- und Zapfenschichte wie aus dicht nebeneinander stehenden Palisaden zusammengesetzt, die durchschnittene Limitans externa geht wie ein scharfer Strich durch das Präparat. In der Kernschichte liegen die Kerne dicht gedrängt; aus der Innenseite dieser Schichte treten die Fasern der äußeren Faserschichte hervor, welche in radiärem Verlauf zur äußeren retikulären Schichte gelangen. Diese durchsetzt das Präparat als ein dünner, aber verschieden hoher Streifen und gleicht einem dichten Faserfilz. Die Schichte der Bipolaren fällt, wie die Kernschichte, durch die zahlreichen Kerne auf, welche sie beherbergt, doch sind sie etwas größer wie jene und liegen nicht so dicht aneinander gepreßt wie dort. Die innere retikuläre Schichte gleicht der äußeren in ihrem Aussehen nicht vollständig, man könnte bei ihr eher zu dem Glauben kommen, daß sie aus Körnchen zusammengesetzt sei. Zuweilen erkennt man in ihr undeutliche, der Oberfläche parallel verlaufende Streifen. Bei manchen Tieren, besonders in der Vogelretina, treten sie deutlicher hervor wie beim Menschen. In der Ganglienzellenschichte sind die in einfacher Schichte liegenden Ganglienzellen deutlich zu erkennen. Die Fasern der Nervenfaserschichte verlaufen horizontal, sie sind marklos und sehr fein. Die Limitans interna ist der Limitans externa ähnlich und schließt die Membran gegen den Glaskörper ab.

Von ihr aus sieht man an einem Schnitt, wie es der beschriebene ist, radiäre Fasern aufsteigen, welche die Netzhaut in regelmäßigen Abständen durchsetzen.

Die neueren Untersuchungsmethoden haben über den Zusammenhang der Elemente der Netzhaut Licht verbreitet, welches den direkten Gang der Erregung erkennen läßt, welches auch zeigt, daß Einrichtungen vorhanden sind, welche der Assoziation dienen. Von einer Anzahl von anatomisch zu beobachtenden Strukturen ist allerdings zurzeit die physiologische Tätigkeit noch nicht in befriedigender Weise zu erkennen.

Betrachte ich zuerst den direkten Gang der Erregung.

Stäbchen- und Zapfenschichte. Die Lichtstrahlen gehen durch die glasartig durchsichtige Netzhaut durch, ohne empfunden zu werden. Die Erregung findet erst statt, wenn sie die Enden der Sinneszellen treffen. Diese Enden aber sind in der Stäbchen- und Zapfenschichte vereinigt. Die zylindrischen Stäbchen stehen dicht aneinandergedrängt und zwischen ihnen findet man von Strecke zu Strecke die konisch gestalteten Zapfen (*111*, *112*). In den peripherischen Teilen der Netzhaut ist jeder Zapfen von mehreren Reihen von Stäbchen umgeben, je näher dem gelben Fleck, um so mehr nimmt die Zahl der Zapfen zu, die der Stäbchen ab, bis in der Fovea

---

[1]) Zwischenkörnerschichte; äußere granulierte Schichte; äußere plexiforme Schichte; äußere molekuläre Schichte; subepitheliale Schichte.

[2]) Körnerschichte; innere Körnerschichte; äußere gangliöse Schichte; Ganglion retinae.

[3]) Granulöse Schichte; innere granulierte Schichte; molekuläre Schichte; innere molekuläre Schichte; innere plexiforme Schichte; Neurospongium.

[4]) Innere gangliöse Schichte; Ganglion nervi optici.

[5]) Opticusfaserschichte.

centralis die letzteren ganz verschwinden (*113*). Stäbchen wie Zapfen bestehen beide aus zwei Teilen, einem Innenglied, welches noch der Zelle selbst angehört, und einem Außenglied, welches eine Art kutikularer Ausscheidung darstellt. Dasselbe ist stark lichtbrechend und sehr vergänglich, indem es bald nach dem Tod in eine Anzahl aufeinander geschichteter, sehr dünner, kreisförmiger Plättchen zerfällt oder sich in noch weiter gehender Weise verunstaltet zeigt. In dem an das Außenglied angrenzenden Ende des Innengliedes der Zapfen grenzt sich ein ellipsoidischer, aus starren Fasern bestehender Körper ab; im Innenglied der Stäbchen ist ein analoges Gebilde zu erkennen. Das Außenglied der Zapfen ist kürzer als das der Stäbchen. Das letztere ist, wie schon erwähnt wurde (S. 75), vom Sehrot[1]) durchtränkt. Das Sehrot ist, wie erwähnt, zweifellos für den Sehakt von Bedeutung, da es im Lichte ausbleicht und sich in der Dunkelheit vom Pigmentepithel aus aufs neue erzeugt. Näheres über die Art seiner Funktion ist nicht bekannt.

Bei vielen Wirbeltieren (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel) beobachtet man im Ende des Innengliedes der Zapfen Öltropfen, ungefärbt oder von sehr verschiedener Farbe (gelb, grün, blau, rot). Die absolute und relative Größe der Stäbchen und Zapfen ist in der Wirbeltierreihe sehr wechselnd.

Von der Limitans externa nachher.

Kernschichte. An der Limitans externa angekommen, treten die Sehzellen durch Löcher derselben in die Kernschichte ein. In dieser liegt nun der größte Teil des Körpers sowie der Kern der Sehzellen (*112*). Die Zellen verdünnen sich zu einem Faden, der Stäbchenfaser und Zapfenfaser; die erstere ist am dünnsten, die letztere etwas dicker. Nur diejenige Stelle der Zelle, welche den ovalen Kern beherbergt, ist angeschwollen, und man bezeichnet sie als Stäbchenkorn und Zapfenkorn. Die Zapfenkörner berühren, abgesehen von der Fovea centralis, die Limitans externa. Die Stäbchenkörner erreichen nur zum Teil die innere Fläche dieser Membran. Wegen ihres im Verhältnis zu den Stäbchen ansehnlichen Durchmessers wird ein Teil von ihnen von der Limitans abgedrängt und weiter in die Stäbchenfaser hineingeschoben. Da gleichsam jedes Stäbchenkorn so nahe wie möglich an die Limitans hinstrebt, drängen sie sich ganz nahe aneinander und bilden mehrere Schichten.

Äußere Faserschichte. Unter diesem Namen versteht man nichts anderes als die kernfreien, fadenartigen Enden der Sinneszellen, welche zwischen den Körnern und der äußeren retikulären Schichte liegen. Sie laufen, wie erwähnt, in radiärer Richtung; je näher der Macula lutea, um so schiefer legen sie sich.

Äußere retikuläre Schichte. In ihr treffen die Enden der Sehzellen mit den Enden der Bipolaren zusammen. Die Stäbchenfasern enden mit einer einfachen tropfenförmigen Anschwellung, die Zapfenfasern mit einer Verbreiterung, von welcher wurzelförmige Fäden ausgehen. Da auch die Enden der Bipolaren sich in zahlreiche Fäserchen aufsplittern, entsteht das Ansehen eines engen dichten Faserfilzes, welcher der Schichte seinen Namen gegeben hat.

Schichte der Bipolaren. Wie der Name sagt, sind die Bipolaren Zellen mit zwei Fortsätzen, von welchen der eine in die äußere, der andere in die innere retikuläre Schichte eintritt, während der Körper mit seinem Kern in der in Rede stehenden Schichte seinen Platz hat. Der äußere, etwas stärkere Fortsatz fasert sich, wie gesagt, in der äußeren retikulären Schichte auf und es umgreifen die Fäserchen der für die Stäbchenzellen bestimmten Bipolaren immer die Enden einer kleinen

[1]) Sehpurpur, Rhodopsin.

Gruppe derselben. Die Fäserchen der für die Zapfenzellen bestimmten dagegen verschränken sich jedesmal mit den Wurzelfäden nur einer einzigen Zapfenzelle (*116*).

Innere retikuläre Schichte. Die nach innen gehenden dünnen Fortsätze der Bipolaren treten in dieselbe ein und enden, soweit sie von den Zapfen kommen, in verschiedenen Zonen dieser Schichte, welche den erwähnten undeutlichen Streifen entsprechen, mit je einem Endbäumchen, welches sich mit einem ähnlichen, dem peripherischen Fortsatz einer Ganglienzelle der Ganglienzellenschicht zugehörigen verflicht. Die Bipolaren der Stäbchensehzellen senden ihren inneren Fortsatz durch die ganze innere retikuläre Schichte bis zum Körper größerer Ganglienzellen, welchen sie mit ihren Endverzweigungen umgreifen (*116*).

Ganglienzellenschichte. Die Zellen dieser Schichte senden ihre Dendriten in die innere retikuläre Schichte, wo sich ihre Verästelungen mit den ihnen entgegen kommenden der Zapfen-Bipolaren verflechten. Die Zellen der Stäbchen-Bipolaren senden zahlreiche Fortsätze in die innere retikuläre Schichte, deren Endschicksal noch nicht genügend bekannt ist.

Die Nervenfaserschichte nimmt die Nervenfasern auf, von welchen je eine von den Ganglienzellen abgeht, und leitet sie zur Sehnervenpapille.

Damit ist der direkte Weg der nervösen Erregung von der empfangenden Zelle aus bis zum Zentralorgan beschrieben, und es geht aus der Schilderung hervor, daß von den Zapfen immer nur ein einziger durch Vermittelung der Zwischenglieder mit einer Nervenfaser zusammenhängt, während von den Stäbchen immer eine Gruppe in einer Nervenfaser zusammengefaßt wird. Man darf daraus nach den Gesetzen der Nervenleitung im ganzen den Schluß ziehen, daß die Stäbchen weniger fein empfinden wie die Zapfen.

Zu dieser direkten Leitung kommen noch Verbindungen, welche der Assoziation dienen, indem sie oft weit voneinander entfernt liegende Gebilde miteinander in Zusammenhang setzen. Zuerst sind die im äußeren Teil der Schichte der Bipolaren liegenden horizontalen Zellen zu nennen, kleinere, welche mehr nach außen, größere, welche mehr nach innen liegen (*116*). Eine Anzahl der letzteren sendet je einen Fortsatz in die innere retikuläre Schichte hinein. Eine zweite Art dieser Zellen sind die pararetikulären Zellen[1]), welche an der Grenze der Schichte der Bipolaren und der inneren retikulären Schichte liegen. Sie bilden eine einfache Reihe, unterscheiden sich aber durch die Verästelung ihrer Fortsätze, welche sämtlich in die innere retikuläre Schichte eintreten. Ein Teil durchsetzt alle Lagen derselben, ein anderer Teil breitet seine Verästelungen in den verschiedenen Lagen aus, wo sie mit den Ausbreitungen der direkten Leitung in Verbindung treten, ein dritter Teil sendet nur in die äußerste Lage Fasern hinein, von wo ein flächenhaft verlaufender, oft sehr langer Fortsatz ausgeht, der wieder mit anderen pararetikulären Zellen in Verbindung tritt.

Stützsubstanz der Retina. Dieselbe wird von den erwähnten (S. 77) radiären Fasern, den Stützfasern[2]) gebildet. Es sind dies faserartige Zellen, welche die ganze Netzhaut zwischen den beiden Limitantes durchsetzen (*116*). An der inneren Grenze der Retina sind sie kegelförmig verbreitert und es stoßen die verbreiterten Enden zusammen, wodurch sie eine membranöse Platte, eben die Membrana limitans interna, bilden. Von dieser Basis aus erheben sich die Stützfasern als zylindrische, faserartige Zellen, welche im Bereich der inneren und äußeren retikulären

[1]) Amakrinen, Spongioblasten.
[2]) Müllersche Fasern.

Schichte mit haarartigen, horizontal stehenden Fortsätzen besetzt sind. Auch Fortsätze anderer Art kommen vielfach vor. Im Bereich der Körnerschichte werden sie von den kernführenden Stellen der Sehzellen verdrückt und zu vielgestaltigen, membranartigen Platten umgewandelt. Am äußeren Ende der Körnerschichte tragen sie eine kutikulare Endschichte, die Membrana limitans externa, durch deren Löcher die Stäbchen und Zapfen austreten. Von ihr erheben sich noch kurze Fortsätze, welche die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen voneinander trennen. Ihre Kerne tragen die Zellen sämtlich in der Schichte der Bipolaren.

Außer den Müllerschen Stützfasern kommen noch in verschiedenen Schichten der Netzhaut, besonders in der Nervenfaserschichte, Gliazellen vor.

## Macula lutea und Fovea centralis[1]).

Die Netzhaut ist an dieser Stelle in allen ihren Schichten gleichmäßig von einem gelben Farbstoff durchtränkt. Das gegenseitige Verhältnis in der Zahl der Stäbchen und Zapfen hat sich, wie oben (S. 78) erwähnt, im gelben Fleck in der Art geändert, daß von beiden etwa gleichviel vorhanden sind; in der Fovea centralis, der Stelle des deutlichsten Sehens, fehlen die Stäbchen ganz und es bleiben nur die Zapfen übrig. Diese sind hier besonders lang und sehr schlank, fast stäbchenartig aussehend (*113*).

In der Fovea sind die inneren Schichten soweit wie möglich weggeräumt und zur Seite geschoben, als ob an dieser Stelle den einfallenden Lichtstrahlen der Weg bis zu den empfindenden Elementen tunlichst geebnet werden sollte. Die Zapfenfasern, welche die äußere Faserschichte ausmachen, sind sehr lang und verlaufen sehr schräg, um ihre weiter seitlich am Rande der Fovea untergebrachten Bipolaren zu erreichen. Diese letzteren häufen sich in der Peripherie der Grube zu einer weit dickeren Schichte, wie in den weiter vorne gelegenen Teilen der Netzhaut, da, wie gesagt, in der Fovea nur Zapfen vorhanden sind, von welchen jeder einzelne für sich eine bipolare Zelle beansprucht. Mit den Zellen der Ganglienzellenschichte ist es nicht anders, auch sie liegen dicht gedrängt und mehrfach übereinander geschichtet. Erst ganz allmählich tritt dann das Verhalten auf, wie es von den weiter vorne liegenden Teilen der Netzhaut beschrieben wurde.

## Ora serrata und Pars ciliaris retinae.

Die Ora serrata erscheint als eine Folge von rundlichen Ausrandungen mit dazwischen vortretenden Spitzen. Auf der Nasenseite des Auges tritt sie etwas weiter vor als auf der Wangenseite. Ihre Entstehung verdankt sie entwickelungsgeschichtlich der Ausbildung der Ciliarfortsätze (O. Schultze 1900) und man kann auch noch am Erwachsenen, wo sie sich weit hinter deren Anfang zurückgezogen hat, sehen, daß die vorgeschobenen Spitzen den Tälern zwischen den Ciliarfortsätzen entsprechen. An der Ora serrata schwinden allmählich die sämtlichen nervösen Elemente der Netzhaut und es bleiben nur die Stützfasern mit der Limitans übrig. Die Stützfasern wandeln sich nun zu einer Schichte zylindrischer Zellen um, welche sich als Pars ciliaris retinae bis zum Ciliarrand der Iris erstrecken (M. H.) (*114, 115*).

## Papilla nervi optici und Nervus opticus.

Oben wurde erwähnt (S. 76), daß die Sehnervenpapille ein kreisrunder Fleck von rein weißer Farbe ist. Aus ihrer Mitte tauchen die rot gefärbten Gefäße der

[1]) Foramen centrale Sömmeringi.

Netzhaut auf, deren größere Stämme sich nach der lateralen, deren kleinere sich nach der medialen Seite hinwenden. An ihrer Wangenseite hören die Schichten der Retina scharf abgeschnitten auf, während sie an der Nasenseite mehr allmählich verschwinden; am längsten hält sich die Stäbchen- und Zapfenschichte. Schon bevor die Papille erreicht ist, haben sich die Fasern der Nervenfaserschichte stark angehäuft; sie tauchen sodann plötzlich umbiegend in die Papille ein, um über den Rand des Foramen opticum chorioideae (S. 69) in den Sehnerven zu gelangen. Ganz ebenso, wie wenn Wasser von allen Seiten her in eine runde Öffnung stürzt, entsteht auch hier in der Mitte eine strudelartige Vertiefung, die Excavatio papillae nervi optici (*119*). Am äußeren Rand der Lamina cribrosa sclerae umgeben sich die Fasern allmählich mit Markscheiden. Dadurch wird er erstens erheblich dicker als in der Papille, und zweitens zeigt er jetzt die weiße Farbe des Nervenmarkes, was man auch vom Bulbus her durch die marklosen und glashellen Fasern der Papille hindurch wahrnehmen kann.

Der Nervus opticus ist in seinem Verlauf durch die Augenhöhle, welche er durch das Foramen opticum des Keilbeines betritt, drehrund. Von seinem Eintritt aus verläuft er lateral und etwas abwärts, um an die hintere Fläche des Augapfels zu gelangen, in welchen er sich etwa 4 mm medianwärts und etwas nach unten von dem hinteren Ende der Augenachse in der beschriebenen Weise einsenkt. Bei seinem Verlauf in der Augenhöhle zeigt er mehrfache Krümmungen von individuell wechselnder Stärke. Die Krümmungen sind notwendig, damit der Sehnerv bei den Bewegungen des Bulbus keine Zerrungen erleidet, welche einen üblen Einfluß auf diesen letzteren ausüben könnten (*126, 131*).

10—12 mm vom Bulbus entfernt treten die Vasa centralia retinae von unten her in den Sehnerven ein, um, von ihrer Vene begleitet, in der Achse des Nerven zum Bulbus zu verlaufen (*118*). Man hat in ihnen die Gefäße zu sehen, welche bei der Entwickelung in die fetale Augenspalte (1. Abt. S. 185) eintreten.

Da der Sehnerv sich von anderen Nerven dadurch unterscheidet, daß er eigentlich kein Nerv, sondern vielmehr mit der Retina eine Ausstülpung des Gehirnes ist (1. Abt. S. 163), so schließt sich auch sein Bau dem des Gehirnes eng an. Er wird von Hüllen umgeben, welche den Hirnhäuten entstammen. Eine äußere Scheide, welche den Nerven lose umgibt, wird von der Dura mater geliefert, eine innere, welche dem Nerven unmittelbar aufliegt, von der Pia mater und zwischen beiden liegt ein drittes, sehr dünnes, der Arachnoidea zuzurechnendes Blatt. Von der Arachnoidealscheide aus spannen sich kurze und dicke Bälkchen zur Duralscheide, zarte, netzförmig angeordnete zur Pialscheide. Im übrigen sind die Scheiden nicht miteinander verbunden, sondern es sind zwischen ihnen Spalträume, die Intervaginalräume, vorhanden, von welchen der äußere in den Subduralraum, der innere in den Arachnoidealraum der Schädelhöhle einmündet (*117, 118*). Am Bulbus verschmelzen die Scheiden und die Intervaginalräume enden zugespitzt (*119*). Von der Pialscheide aus gehen bindegewebige Septa in den Nerven hinein, welche ihn in zahlreiche Bündel teilen. Die Septen sind hinter dem Eintritt der Zentralgefäße gröber als vor ihm (*117, 118*). Außerdem werden die Bündel noch von vielen Neurogliazellen durchzogen, welche ganz denen des Gehirns entsprechen. Ihre Anwesenheit beweist, ebenso wie das Verhalten der Scheiden, daß man den Sehnerven für einen Gehirnteil anzusehen hat.

Die Nervenfasern selbst sind sehr dünn, markhaltig und blendend weiß. Pathologische Erfahrungen erlauben es, diejenigen Fasern, welche den Bezirk der Retina zwischen Papille und Macula lutea versorgen (Papillomakularbündel) genau zu

lokalisieren. Das Bündel verläuft hinten zuerst ziemlich genau zentral, rückt dann nach der temporalen Seite des Nerven und verläuft nach dem Eintritt der Zentralgefäße fast genau im unteren lateralen Sektor des Opticusquerschnittes in Gestalt eines Keiles, dessen Basis der Rand des Sehnerven, dessen Spitze die Stelle der Zentralgefäße bildet. Das ungekreuzte Bündel (s. Nervenbahn) tritt an der nasalen Seite der Papille zur Retina.

In der Netzhaut der Wirbeltiere ist eine Macula lutea im allgemeinen nicht anzutreffen, man findet sie, wie beim Menschen, nur noch bei einigen Affenarten. Foveae centrales aber kommen vielfach vor, am besten ausgebildet in der Reihe der Vögel. Bei den Säugern kommt es, wenn überhaupt die Stelle des deutlichsten Sehens sich gegen die Umgebung auszeichnet, nur zur Ausbildung einer Area centralis. Mit einer solchen beginnt auch die Entwickelung der Fovea centralis beim Menschen (Chievitz 1889).

Altersunterschiede. Bei der Geburt ist der Teil der inneren Augenhaut, welcher sich zwischen der Sehnervenpapille und dem gelben Fleck erstreckt, sowie dieser letztere selbst bereits fertig ausgebildet. In der Jugend ist die Macula lutea schärfer begrenzt als im Alter. In der Ora serrata treten in höherem Alter nicht selten so große, mit Flüssigkeit gefüllte Räume auf, daß man sie als Bläschen mit bloßem Auge sieht (*115*). — Die Fasern des Sehnerven beginnen erst zur Zeit der Geburt sich mit Mark zu umkleiden.

Varietäten. Zuweilen erstrecken sich die Markscheiden der Fasern des Sehnerven bis in die Netzhaut hinein, wie es bei manchen Tieren normalerweise der Fall ist. Auch inselförmig kann Mark in der Nervenfaserschichte der Netzhaut auftreten.

Varietäten des Sehnerven sind selten. Zuweilen hat er die Gestalt einer Rinne mit hufeisenförmigem Durchschnitt, was als eine Entwickelungshemmung anzusehen ist.

Varietäten der Papille bestehen darin, daß ihre Form von der eines Kreises abweicht. Sie kann auch bei Kolobom eine ganz unregelmäßige Gestalt zeigen. Es können sich Reste der fetalen A. hyaloidea in ihr erhalten, die Arterie kann auch ganz bei Bestand bleiben.

Praktische Bemerkung. Die Papille kann bei Sehnervenschwund steilrandig werden, besonders aber bei Glaucom. Die eintretenden Gefäße erscheinen dabei abgeknickt. Bei entzündlicher Veränderung erscheint die Papille gerötet, ihre Grenzen sind verschleiert. Eine beträchtliche Schwellung bezeichnet man als Stauungspapille. Bindegewebswucherungen geben sich im Augenspiegelbild als weiße Streifen kund. Bei Atrophie erscheint die Papille abgeblaßt, tritt dabei gewuchertes Binde- und Gliagewebe auf, dann ist ihre Farbe mehr schmutzig graugelb, ihre Grenzen erscheinen radiärstreifig getrübt (s. auch unten S. 89, 90).

## 4. Kern des Bulbus.

Wie oben schon gesagt wurde (S. 65), enthält die von den drei Augenhäuten gebildete Hohlkugel die Kristallinse, den Glaskörper und das Kammerwasser. Sie dienen in erster Linie dem Durchtritt und der Brechung der in das Auge fallenden Lichtstrahlen, zugleich aber halten sie die Hohlkugel ausgespannt, indem sie einen stetigen Druck auf ihre Wände ausüben (intraokularer Druck), wodurch die gleichmäßige Krümmung der Hornhaut und Retina aufrecht erhalten wird.

### Kristallinse, Lens crystallina[1]).

Die Linse hat ihren Platz in der Frontalebene des Ciliarkörpers, wo sie durch ihr Aufhängeband, die Zonula ciliaris, festgehalten wird (*95*). Ihre Vorderfläche steht in Berührung mit der Rückfläche des Pupillarrandes der Iris, ihre hintere Fläche ist in eine Vertiefung der Vorderfläche des Glaskörpers eingebettet. Ihre Durchsichtigkeit ist eine sehr vollkommene. Die Linse stellt einen bikonvexen Körper dar, dessen beide Flächen in einem abgerundeten Rand ineinander übergehen. Die Flächen sind nicht genau sphärisch gekrümmt, sondern nähern sich, die vordere einer

[1]) Corpus crystallinum.

Ellipse, die hintere einer Parabel; die vordere ist schwächer gekrümmt als die hintere. Außerdem ist noch der Radius der Mittelteile der Linsenoberflächen verschieden, je nach der Einstellung für Ferne oder Nähe, indem sich in ersterem Fall die Linse flacher, in letzterem gewölbter zeigt (*95*). Bei der Einstellung in die Ferne besitzt die Vorderfläche einen Radius von 8,3 mm, die Rückfläche einen solchen von 6,0 mm. Die Achse hat eine Länge von 3,7 mm. Für die Nähe lauten die Zahlen: Radius der Vorderfläche 5,2 mm; der Rückfläche 5,0; Länge der Achse 4,4 mm (M.).

Die unversehrte Linse ist sehr elastisch, sie ändert ihre Form überaus leicht und kehrt ebenso leicht wieder in ihre ursprüngliche Gestalt zurück.

Ihrer Struktur nach besteht die Linse aus einer dünnen Kapsel und der eigentlichen Linsensubstanz. Die erstere ist die Trägerin der Elastizität, während die letztere, wenn die Kapsel entfernt ist, weich und leicht zerdrückbar ist.

Die Linsenkapsel, Capsula lentis, ist eine völlig strukturlose Glashaut, deren Dicke am vorderen Pol etwa 0,02 mm beträgt. Seitlich verdickt sie sich ein wenig, um sich dann vom Äquator aus stark zu verdünnen (*121*). Am hinteren Pol ist sie nur noch 0,005 mm dick. Sie dürfte als eine kutikulare Ausscheidung der Linsenzellen anzusehen sein.

Die Linsensubstanz[1]) kann man in eine feuchtere und weichere Rindensubstanz, Substantia corticalis, und einen trockeneren und härteren Kern, Nucleus lentis, scheiden. Die beiden sind jedoch nicht scharf gegeneinander abgegrenzt, es findet vielmehr ein allmählicher Übergang statt. Der Kern ist auch in verschiedenen Augen wechselnd, bald größer, bald kleiner. Nach dem Tode pflegt sich der Linsenkern zuerst zu trüben, auch die Behandlung mit Reagentien wirkt auf Rinde und Kern nicht selten in verschiedener Weise ein. An einer getrockneten Linse kann man kugelschalenähnliche Lamellen absplittern, was sich dadurch erklärt, daß ihre Schichten eine verschiedene Dichtigkeit besitzen. Der eigentliche Bau spielt dabei keine Rolle.

Wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, entsteht die Linse aus einem Bläschen ektodermaler Herkunft, welches anfänglich ringsum von einem gleichartigen kubischen Epithel gebildet wird (1. Abt. S. 183 f.). Die Zellen behalten ihre ursprüngliche Gestalt nur am vorderen Umfang der Linse bis zum Äquator hin und werden als Linsenepithel bezeichnet (*121*), die weiter hinten gelegenen wachsen zu sehr langen Faserzellen, den Linsenfasern, aus, welche die ursprüngliche Höhle des Linsenbläschens erst verengen und dann ganz ausfüllen (1. Abt. Fig. 198). Auch die Linse des Erwachsenen besteht danach stets aus diesen beiden Zellschichten, welche am Äquator ineinander übergehen. Die Zellen des Linsenepithels werden dort allmählich höher und stehen anfangs mit dem längsten Durchmesser senkrecht zur Linsenoberfläche; allmählich neigen sie sich gegen dieselbe und gehen in Fasern über, die mit dem hinteren Ende an die hintere Kapselwand, mit dem vorderen an das Linsenepithel der Vorderfläche stoßen. Die Kerne dieser Faserzellen halten sich an die Gegend des Äquators und bilden dort die sog. Kernzone. Die der Achse zunächst liegenden Fasern verlaufen fast gerade durch die Dicke der Linse, die weiter außen liegenden haben eine der Oberfläche parallele Krümmung.

Die Linsenfasern besitzen eine abgeplattet sechsseitige prismatische Form; sie sind in radiären Reihen geschichtet, liegen mit ihren planen Flächen aneinander, greifen mit ihren Kanten ineinander ein und sind durch Kittsubstanz miteinander

[1]) Parenchym der Linse.

verbunden. Beim Menschen ist die Regelmäßigkeit ihrer Form schon in geringer Entfernung von der Oberfläche eine wenig ausgesprochene (*122*). Sie bestehen aus einer festeren Rinde und einem weicheren Inhalt. Die Kerne erhalten sich nur in den äußeren Schichten der Linse, nach dem Zentrum zu verkümmern sie allmählich, um zuletzt vollständig zu verschwinden. Im allgemeinen nehmen die Dimensionen der Fasern, abgesehen von den äußersten Schichten, nach dem Linsenkern zu ab. Von den tieferen Lagen der Fasern gehen platte, zackige oder haarförmige Fortsätze aus, welche in Zwischenräume der anliegenden Fasern eingreifen. Bei niederen Wirbeltieren (Fischen) sind diese Fortsätze weit stärker ausgebildet wie beim Menschen und den Säugern.

Von den Fasern haben nur wenige einen wirklich meridionalen Verlauf, welcher sich von dem einen Pol zum anderen erstreckt. Sie stoßen vielmehr in Nähten zusammen, welche man durch Lösung der Kittsubstanz an den Faserenden zum Klaffen bringen kann. Die Nähte sind im ersten Entstehen drei an Zahl; auf der Vorderfläche zieht der eine Schenkel nach oben, die beiden anderen lateral und medial nach unten. Bei fortgesetzter Lösung durch Mazeration vermehren sie sich, so daß man beim Erwachsenen sechs- und neunstrahlige Sterne findet (*121*).

Die Strahlenfiguren der Vorder- und Hinterfläche der Linse decken sich nicht, sie alternieren vielmehr meistens in der Art, daß eine Spalte der einen Fläche gerade in die Mitte zwischen zwei der anderen Fläche trifft. Im Kern ist die Spaltung fast immer auf die drei primären Spalten beschränkt, oder tritt überhaupt nicht hervor.

Bei Feten und Neugeborenen ist die Linse verhältnismäßig groß, ihre Form ist nahezu kugelig. Der sagittale Durchmesser ist zur Zeit der Geburt fast ebenso groß wie beim Erwachsenen. Der Äquatorialumfang aber ist bedeutend geringer. Derselbe vergrößert sich bis zum dritten Jahrzehnt des Lebens. Ein Kern ist in der Linse des Neugeborenen noch nicht vorhanden, derselbe entsteht im Laufe der Zeit dadurch, daß die ältesten Fasern der Linse von den im Äquator neu gebildeten immer weiter nach dem Zentrum gedrängt werden. Dort verlieren sie ihre Kerne, trocknen aus und bilden auf diese Art den Linsenkern. Im Alter nimmt derselbe eine weingelbe Farbe an, deren erste Spuren um das Ende des dritten Jahrzehntes auftreten.

Varietäten. Zuweilen erhalten sich auf den Flächen der Linsenkapsel nach der Geburt einige Reste des Gefäßnetzes, welches die Linse des Fetus umspinnt. Partielle und totale Linsentrübungen können kongenital vorkommen. Die Linse kann eine abnorme Lage haben oder beweglich sein.

## Strahlenbändchen, Zonula ciliaris[1]).

Ein durchsichtiges und zartes, aus Fasern bestehendes Bändchen, welches sich von der Gegend des Orbiculus ciliaris und des Ciliarkörpers, fächerförmig ausgebreitet, zum Äquator der Linse erstreckt (*99*). Die Vorderfläche des Strahlenbändchens ist krausenartig gefältelt, weil ihr Ursprung die Höhe der Ciliarfortsätze frei läßt und nur die Täler zwischen ihnen einnimmt. Die hinten entspringenden Fasern verteilen sich in drei Zügen über den ganzen Äquator der Linse, die am weitesten vorn entspringenden setzen sich hinter dem Äquator an. Auf einem Meridionalschnitt findet man daher die Faserrichtung häufig gekreuzt. Die Fasern der Zonula lassen im Auge des Erwachsenen verhältnismäßig weite Lücken zwischen sich, in welchen das Kammerwasser bis zur Vorderfläche des Glaskörpers gelangen kann.

Die Fasern der Zonula sind die direkten Ausläufer der Zellen der Pars ciliaris retinae, also ektodermaler Herkunft. Ihre mikrochemischen Reaktionen entsprechen auch keineswegs denen des Bindegewebes, sondern vielmehr denen der Neuroglia.

[1]) Zonula Zinni. Ligamentum suspensorium lentis.

Die einzelnen Fasern bestehen aus miteinander verkitteten Fibrillen; am Linsenende splittern sie sich in diese Fibrillen pinselförmig auf und setzen sich an der Linsenkapsel als eine feinstreifige Lamelle an, welche vom Äquator aus auf die vordere und hintere Linsenfläche übergreift.

Die Funktion der Zonula ciliaris besteht darin, bei erschlafftem Ciliarmuskel am Äquator der Linse einen Zug auszuüben, wodurch sie abgeflacht und für die Ferne eingestellt wird. Bei Kontraktion des Ciliarmuskels wird der von ihm gebildete Ring enger, die Zonula entspannt sich und die Linse, welche nun sich selbst überlassen ist, wölbt sich stärker und stellt sich für die Nähe ein. Ein Leichenauge ist wegen Erschlaffung des Ciliarmuskels für die Ferne eingestellt; löst man die Linse aber aus ihren Verbindungen, dann muß sie sich nach dem Gesagten für die Nähe einstellen.

### Glaskörper, Corpus vitreum[1]).

Derselbe füllt den Raum aus, welcher zwischen der Netzhaut und der Linse bleibt. Er gleicht einer vorne eingedrückten Kugel. Die vordere Vertiefung, welche die hintere Linsenfläche aufnimmt, führt den Namen Fossa hyaloidea. Den Glaskörper durchzieht ein Kanal, Canalis hyaloideus[2]), von etwa 1 mm Durchmesser, welcher an der Papilla optica beginnt und an der Hinterfläche der Linse oder schon vorher blind endet. Er bleibt zurück, nachdem die Art. hyaloidea, welche er in der Fetalzeit beherbergte, geschwunden ist (*95*).

Der Glaskörper besteht aus einer homogenen wasserhellen Substanz von weich gallertartiger Beschaffenheit. Beim Menschen ist er bedeutend weicher als bei den vielfach zur vergleichenden Untersuchung herangezogenen Haussäugetieren. Läßt man ihn abtropfen, dann bleibt zuletzt nichts übrig als eine zarte, häutige Masse, welche wie ein Coagulum aussieht. Nach der mikroskopischen Untersuchung besteht er aus einem Gerüstwerk feiner gekörnter Fasern, welche sich in den verschiedensten Richtungen verfilzen (*123*). In den Maschen des Netzes ist Flüssigkeit suspendiert, welche mit dem Kammerwasser identisch ist. In der Jugend sind die Fasern zahlreicher wie in späterem Alter. Membranöse Verdichtungen der Fasern kommen vor, ohne daß dieselben jedoch als der Ausdruck einer bestimmten Struktur angesehen werden können (Retzius 1894), wie dies früher von vielen Seiten behauptet worden ist. An der Oberfläche bilden die Fasern eine dichtere Grenzschichte, welche jedoch den Namen einer Membran[3]) nicht verdient.

### Augenkammern, Camerae oculi, und Kammerwasser, Humor aqueus.

Der Raum zwischen der Rückfläche der Hornhaut und der Vorderfläche der Linse wird durch die Iris, welche mit ihrem Pupillarrand der Linse aufliegt, in zwei Abteilungen geteilt, eine Camera oculi anterior und Camera oculi posterior (*95*). Die hinter der Kuppel der Hornhaut liegende Vorderkammer hat eine Tiefe von 2,5—3,5 mm. Ihr Boden wird peripherisch von der Vorderfläche der Iris, in der Mitte von der Linsenwölbung, gebildet. Die hintere Kammer wird vorne begrenzt von der Rückfläche der Iris, lateral von den Ciliarfortsätzen, medial von der Linse, nach hinten vom Glaskörper, da die Räume zwischen den Fasern der Zonula ciliaris noch von Kammerwasser erfüllt sind. Die hintere Kammer stellt danach einen

[1]) Humor vitreus.
[2]) Cloquetscher Kanal.
[3]) Früher als Membrana hyaloidea beschrieben.

prismatischen Raum dar, welcher um die seitlichen Teile der vorderen Fläche der Linse und deren Äquator herumgelegt ist. Die Köpfe der Ciliarfortsätze liegen vor dem Äquator der Linse, sie sehen deshalb vollständig in die hintere Kammer hinein.

Das Kammerwasser, Humor aqueus, füllt die Augenkammern aus und ist eine Flüssigkeit, welche, in ihrer Zusammensetzung dem Wasser sehr nahe stehend, nur Spuren von Eiweiß und einer reduzierenden Substanz enthält. Es ist in fortwährendem, wenn auch langsamem Strom begriffen; einerseits wird es erzeugt von den Ciliarfortsätzen, andererseits wird es abgeleitet durch Filtration in den Sinus venosus sclerae. Die Kommunikation zwischen hinterer und vorderer Kammer findet durch die Pupille hindurch statt. Die Menge des Kammerwassers ist ausschlaggebend für die Höhe des intraokulären Druckes (M.).

## 5. Gefäße des Augapfels.

Die eingehendsten Untersuchungen über dieses Gebiet wurden von Leber (1865, 1872, 1876 etc.) angestellt (*124*).

Arterien. An der Versorgung des Augapfels nehmen im wesentlichen zwei Gefäßgebiete teil, dasjenige der Art. centralis retinae und das der Ciliararterien. Die Arteria centralis retinae, welche, wie oben erwähnt, 15—20 mm hinter der Papille in den Sehnerven eintritt, läuft in der Achse desselben zum Bulbus. Auf ihrem Wege beteiligt sie sich an der Versorgung des Sehnerven, dessen Gefäße im übrigen von Ästchen der Art. ophthalmica geliefert werden, welche in den Scheiden sich ausbreiten und von hier aus in die Substanz des Nerven eintreten. In der Lamina cribrosa der Sclera werden von der Art. centralis Anastomosen mit den hier befindlichen Ästen der Ciliararterien ausgetauscht; die einzige Verbindung der beiden Gefäßgebiete. Im Bulbus angekommen, teilt sich die Arterie zweimal, so daß vier Äste entstehen, von welchen zwei nach der nasalen und zwei nach der temporalen Seite verlaufen (Arteriolae nasales und temporales superiores und inferiores) (*125*). Außerdem gehen von der Papille aus noch zwei ganz kleine Ästchen zum gelben Fleck (Arteriola macularis superior und inferior. Die starken Teilungsäste der Arterie liegen in den innersten Schichten der Retina und versorgen diese Haut von da aus mit einem nicht sehr reichlichen Gefäßnetz, welches nach außen bis zur äußeren retikulären Schichte reicht. Die epithelialen Teile der Retina sind gefäßlos, sie werden von der Choriocapillaris aus ernährt, welche auch in innigster Beziehung zur Erneuerung des Sehrotes steht. Die Tiefe der Fovea centralis, welche ausschließlich Teile der äußeren, epithelialen Netzhautschichten enthält, ist darum auch gefäßlos. Nach vorne erstrecken sich die Gefäße bis zur Ora serrata.

Der Verlauf der Venen ist zwar im allgemeinen, aber nicht genau im einzelnen der gleiche, wie der der Arterien.

Das Gebiet der Ciliargefäße umfaßt die ganze mittlere und äußere Augenhaut, selbst noch Teile der Bindehaut. Die kurzen hinteren Ciliararterien, Artt. ciliares posteriores breves, vier bis sechs an der Zahl, teilen sich, während sie dem Stamme des Sehnerven folgen, in eine größere Anzahl (einige zwanzig) Zweige, welche die Sclera in ihrem hinteren Abschnitt durchbohren. Sie senken sich in die Chorioidea ein, anastomosieren untereinander und bilden dann die Choriocapillaris, doch reichen sie nicht ganz zur Versorgung derselben aus, es kommen vielmehr von den Gefäßen des Ciliarkörpers noch Rami recurrentes her, welche die vorderen Teile dieser Capillarschichte speisen.

Die zweite Abteilung umfaßt diejenigen Arterien, welche Ciliarkörper und Iris versorgen, es sind dies die Artt. ciliares longae, posteriores und anteriores. Die ersteren sind zwei an Zahl, sie durchbohren die Sclera etwas weiter vorn als die hinteren kurzen Ciliararterien an der medialen und lateralen Seite des Auges. Sie gehen durch den Suprachorioidealraum direkt zum Ciliarmuskel.

Die vorderen Ciliararterien werden von den Arterien der vier geraden Augenmuskeln abgegeben, aus deren Sehnen sie zur Sclera hintreten. Sie geben zur Sclera, dem Cornealrand und der Bindehaut feine Ästchen ab und durchbohren dann die Sclera nicht weit vom Hornhautrand.

Die langen und vorderen Ciliararterien anastomosieren sämtlich miteinander und bilden einen rings geschlossenen Gefäßkranz am vorderen Rand des Ciliarmuskels, den Circulus iridis arteriosus major. Die Äste desselben versorgen im wesentlichen die Ciliarfortsätze und die Iris mit Zweigen und bilden in letzterer Membran an Stelle des Anulus iridis minor den Circulus iridis arteriosus minor. An der Versorgung des Ciliarmuskels beteiligen sich die Äste des Circulus iridis major nur in zweiter Linie; derselbe erhält seine wesentlichsten Gefäße von den Stämmchen der Ciliararterien direkt. Auch die erwähnten Rami recurrentes zur Chorioidea senden Zweige in den Muskel.

Die Venen sammeln sich fast alle in den Venae vorticosae (S. 70). Sie nehmen das Blut auf aus Chorioidea, Iris, Ciliarfortsätzen und Ciliarmuskel. Der letztere gibt jedoch auch Äste in den Sinus venosus sclerae und in die vorderen Ciliarvenen, welch letztere ganz wie die gleichnamigen Arterien verlaufen. Die vorderen Ciliarvenen führen im übrigen nur Blut aus den Randschlingen der Hornhaut, der Conjunctiva sclerae und dem episkleralen Gefäßnetz. Auch die Abflüsse des Sinus venosus sclerae münden in die vorderen Ciliarvenen (vgl. Leber).

Lymphbahnen. Der Bulbus besitzt keine eigentlichen Lymphgefäße, sondern nur Spalträume. Das vordere Gebiet umfaßt die Abflußwege des plasmatischen Kanalsystems der Hornhaut und des Humor aqueus, von welchen schon oben die Rede war (S. 68). Das hintere Gebiet besteht aus den Intervaginalräumen des Sehnerven (S. 81) und aus dem Perichorioidealraum. Er nimmt die Lymphe aus der Chorioidea auf und gibt sie an die perivaskulären Scheiden der Venae vorticosae ab, ohne daß sie mit dem Tenonschen Raum in Verbindung treten (G. Leboucq 1913, Hesser 1913). Die Netzhaut besitzt ein perivaskuläres Lymphgefäßsystem, wie das Gehirn.

Praktische Bemerkungen. Die große Wichtigkeit des Auges für das tägliche Leben und die Erwerbsfähigkeit hat die Aufmerksamkeit der ärztlichen Kunst in besonders hohem Maß auf dasselbe gelenkt. Die diagnostischen und therapeutischen Bemühungen fanden eine nachhaltige Unterstützung in der Möglichkeit, mittelst des Augenspiegels das Innere des Bulbus bis zu seinem Hintergrund zu beleuchten und zu besichtigen, was bei einem so feinen Präzisionsinstrument, wie es das Auge ist, einen unschätzbaren Wert besitzt.

Von den einzelnen Teilen des Augapfels kann natürlich jeder für sich erkranken, bei dem nahen Zusammenhang der Teile unter sich versteht man aber, daß in sehr vielen Fällen mehrere Teile gemeinsam betroffen werden.

Um ein deutliches Sehen zu ermöglichen, müssen sich die in das Auge einfallenden Strahlen in der Retina vereinigen, was nur möglich ist, wenn der Lichtbrechungsapparat zur Netzhaut in einem völlig normalen Verhältnis steht. Die dabei in Betracht kommenden Zahlen sind die folgenden:

| | |
|---|---|
| Vordere Hornhautfläche, Krümmungsradius . . . . . | 7,7 mm |
| Hornhautscheitel bis Vorderfläche der Linse . . . . . | 3,2 „ |
| Vordere Linsenfläche, Krümmungsradius . . . . . | 8,2 (5,1) mm |

| | |
|---|---|
| Hintere Linsenfläche, Krümmungsradius | 6,0 (5,0) mm |
| Dicke der Linse in der Achse | 3,7 (4,3) „ |
| Hinterfläche der Linse bis zur Retina | 16,0 mm |
| Vordere Brennweite | 12,0 „ |
| Hintere Brennweite | 24,0 „ |
| Brechungsexponent der Linse | 1,43—1,44 |
| Brechungsexponent der übrigen lichtbrechenden Medien | 1,33 |

Weicht eine dieser Zahlen oder weichen mehrere von der Norm ab, dann wird die Sehschärfe beeinträchtigt.

Wenn sich die einfallenden Strahlen in normaler Weise auf der Netzhaut vereinigen, dann bezeichnet man dies als Normalsichtigkeit, Emmetropie. Ist der Bulbus zu lang, so daß sich die Strahlen schon vor der Netzhaut vereinigen, dann entsteht Kurzsichtigkeit, Myopie, ist er zu kurz, so daß sich die Strahlen erst hinter der Netzhaut schneiden würden, dann tritt Weitsichtigkeit, Hyperopie, ein.

Eine Beeinträchtigung der Sehkraft wird ferner durch Störungen im Bereich der lichtbrechenden Medien hervorgerufen. Ist bei sonst normalen Verhältnissen ihre Brechungskraft verändert, dann kann dies zu Weitsichtigkeit Veranlassung geben. Leidet durch irgend eine Erkrankung ihre Durchsichtigkeit, dann wirkt dies natürlich auf die Möglichkeit des Sehens mehr oder weniger störend ein. Trübungen der Hornhaut, des Kammerwassers, der Linse, des Glaskörpers sind es, um welche es sich handelt. Der Glaskörper enthält schon in der Norm ganz kleine Trübungen, welche man als fliegende Mücken bezeichnet. Sie haben sehr verschiedene Gestalt, bald die von Ringen, bald die von gewundenen Fäden u. dgl. Man sieht sie im eigenen Auge bei gehöriger Aufmerksamkeit gegen einen geeigneten Hintergrund, z. B. gegen eine weiße Wolkenwand. Nach rascher Bewegung des Auges sinken sie langsam herunter. Beim Mikroskopieren können sie manchen Leuten zuweilen störend sein.

Äußere Augenhaut. Ist die Hornhaut unregelmäßig geformt, so daß ihre Meridiane nicht die gleiche Krümmung haben (Astigmatismus), dann beeinträchtigt diese das genaue Sehen und muß durch geeignete Brillen korrigiert werden. Eine kegelförmige Ektasie (Keratokonus), wie sie bei starker partieller Verdünnung der Hornhaut auftritt, setzt ebenfalls das Sehvermögen in hohem Grade herab. Sie ist einer Korrektion durch Gläser keineswegs immer zugänglich.

Die Hornhaut ist ihrer exponierten Lage wegen Verletzungen sehr leicht zugänglich, es können Stein- und Metallsplitter, Raupenhaare und anderes in sie eindringen. Wird sie nicht durch die Lider geschützt (Lagophthalmus), wie es z. B. bei Facialislähmungen der Fall ist, dann ist sie ebenfalls durch den in der Luft schwebenden Staub gefährdet. Von außen her kommende mykotische Infektionen verschiedener Art können sich geltend machen und können eine mehr oder minder schwere Entzündung, und daran anschließend, Geschwüre verursachen.

Eine Entzündung aber unterscheidet sich wegen der Struktur der Hornhaut von solchen an anderen Stellen. Es fehlt die Rötung, da keine Blutgefäße vorhanden sind, es fehlt auch die erhöhte Temperatur. Bald aber sieht man, wie vom Randschlingennetz der Conjunctiva und von den Gefäßen der Sclera aus Blutgefäße in die Hornhaut vordringen. Heilt eine Entzündung, dann stellt sich nur bei sehr kleinen Geschwüren die Durchsichtigkeit wieder her, bei größeren Läsionen geht von dem neugebildeten Bindegewebe, welches die einwuchernden Blutgefäße begleitet, eine Narbe aus, welche undurchsichtig und weiß, wie jede andere Narbe ist (Leukoma). Ist die Narbe sehr dünn, dann wird sie durch den intraokularen Druck vorgebaucht.

Da die vordersten Teile der Hornhaut entwickelungsgeschichtlich zur Conjunctiva, mittelbar also zur äußeren Haut gehören, kann die Membran auch bei manchen Hautleiden in Mitleidenschaft gezogen werden, so bei Ekzema faciei, Akne rosacea, bei Variola, Varicellen. Bindehautentzündungen können auf sie übergehen. An Allgemeinerkrankungen kann sie sich beteiligen, an Tuberkulose, Skrofulose, Syphilis.

Ist das Parenchym der Hornhaut primärer Sitz einer Entzündung, dann quellen die Zellen derselben und zerfallen. Die Einwanderung von Leukocyten ist vom Zerfall der benachbarten Lamellen gefolgt.

Prellungen der Hornhaut können Defekte im Epithel der Descemetschen Haut hervorrufen. Da dasselbe das Eindringen des Kammerwassers in die Hornhaut abhält, kann dasselbe jetzt in ihre Substanz eindringen und eine grau erscheinende Quellung hervorrufen.

Die Gefäßarmut der Sclera bringt es mit sich, daß Entzündungen dieser Haut selten sind.

Mittlere Augenhaut. Die beschriebenen anatomischen Eigenschaften der Iris stehen zu denen der Hornhaut in geradem Gegensatz, was sich auch in ihrem pathologischen Verhalten vielfach kundgibt. Ihres großen Gefäßreichtums wegen werden Entzündungen häufig beobachtet; sie können primär entstehen, sie können auch fortgeleitet sein: von der Hornhaut, der Bindehaut, von den hinteren Teilen der mittleren Augenhaut, was man bei dem Zusammenhang der verschiedenen Gefäßgebiete leicht versteht. Ebenso begreift man, daß bei einer Entzündung der Iris die oberflächlichen Gefäße um die Hornhaut herum injiziert erscheinen. Da man die Iris von außen her sehen kann, läßt sich die bei der Entzündung entstehende Rötung konstatieren, man sieht auch die auf ihrer Vorderfläche auftretenden Fibrinauflagerungen. Diese lösen sich ab und erscheinen nun als Flocken in der Vorderkammer. Sie können auch als Fäden die Pupille überbrücken, sie können dieselbe selbst ausfüllen. In der Vorderkammer legen sich die Fibrinmassen vielleicht in den Iriswinkel und verschließen die Abflußwege des Kammerwassers. Da der Pupillarrand auf der vorderen Linsenkapsel aufliegt, können die Fibrinmassen beide miteinander verkleben (hintere Synechie). Ist die Verbindung eine vollständige und feste, dann kann das Kammerwasser nicht mehr in die vordere Kammer abfließen, die Iris wird napfkuchenähnlich vorgebaucht, der intraokuläre Druck steigt, es können bedrohliche Symptome auftreten.

Die leichte Beweglichkeit der Iris verschuldet es, daß sie sich bei Perforation der Hornhaut in deren Wunde einklemmt und mit ihr verwächst (vordere Synechie). Ist die Entzündung der Iris eine eiterige, dann liegt die Gefahr vor, daß weite Gebiete des Bulbus in Mitleidenschaft gezogen werden (Panophthalmie). Eine Teilnahme des Ciliarkörpers an Entzündungen der Iris ist etwas häufig Vorkommendes (Iridocyclitis). Bei der Beteiligung der Ciliarfortsätze versteht man, daß die Abscheidung des Kammerwassers nach der einen oder anderen Seite beeinflußt wird. Herdförmige Erkrankungen der Iris (Tuberkulose, Syphilis) lassen beim Abheilen auch herdförmige Atrophien und Gefäßveränderungen zurück.

Die schwammige Beschaffenheit des zarten Irisgewebes bedingt es, daß bei Kontusionen des Augapfels Einrisse entstehen können. Dieselben sind stets mit einem Bluterguß verbunden; das Blut sammelt sich auf der tiefsten Stelle der Vorderkammer (Hyphaema). Ist die Iris von dem Ciliarkörper abgerissen, dann werden auch die zuführenden Nerven getrennt, der Dilatator wirkt nicht mehr und die Pupille verliert an der Verletzungsstelle durch die Wirkung des Sphincter ihre Rundung.

Das Verhalten der Pupille ist überhaupt bei verschiedenen Erkrankungen der Iris von Bedeutung. Der Arzt wird feststellen, ob sie ihre regelmäßige Kreisform eingebüßt hat, ob sie besonders weit oder eng ist, ob sie gezackte Ränder hat, ob sie verzogen ist.

Der Ciliarkörper erkrankt nur selten primär, die Chorioidea ebenfalls. Ist sie aber erkrankt, dann läßt das Augenspiegelbild zahlreiche Schlüsse auf ihr Verhalten zu. Da ihr sensible Nerven fehlen, beobachtet man keine Schmerzen. Ist die Choriocapillaris atrophisch geworden, wie es in höherem Alter vorkommt, dann wird auch das Pigmentepithel der Retina betroffen, da es von der Choriocapillaris aus ernährt wird. Eiterige Chorioiditis führt zu einer Verschleppung des Eiters in die enge benachbarte Netzhaut und in den Glaskörper. Bei sarkomatösen Erkrankungen begünstigt der Pigmentgehalt der Membran die Entstehung der wegen ihrer Metastasen gefürchteten Melanosarkome.

Innere Augenhaut. Obgleich die Netzhaut ein ungemein zartes Gebilde ist, erscheint sie doch nicht allzu geneigt, in ihrem Gewebe primär zu erkranken. Die gefürchtetste solcher Primärerkrankungen ist wohl das sehr bösartige Gliom, eine Wucherung der Neuroglia der Netzhaut. Dann kommt in Betracht die direkte Blendung durch sehr grelles Licht, besonders direktes Sonnenlicht. Wohl aber wird sie leicht von Allgemeinerkrankungen und Erkrankungen anderer Organe in Mitleidenschaft gezogen, so treten Trübungen der Retina auf bei Bluterkrankungen, bei Diabetes, Syphilis, Albuminurie. Sie bestehen in Ödemen, welche die Schichten lockern, in fibrinösen Exsudaten, in fettiger Entartung der Gehirnschichten.

Besonders gefährdet sind die Gefäße der Netzhaut, da sie an sich zart sind und da sie in ein wenig dichtes Gewebe eingeschlossen sind. Blutungen werden häufig beobachtet. Man findet sie bei Erkrankungen, welche die Gefäßwände im allgemeinen betreffen, besonders auch bei deren sklerotischer Entartung in höherem Alter. Außer in die Schichten der Retina kann der Bluterguß sich zwischen innerer und mittlerer Augenhaut verbreiten, er kann auch tropfenförmig in den Glaskörper vortreten.

Bei Herzkrankheiten beobachtet man gelegentlich eine Verstopfung der A. centralis retinae durch einen eingeschwemmten Embolus. Da diese Arterie eine Endarterie ist, kann die Netzhaut nicht von anderer Seite her Blut erhalten, sie stellt somit ihren Dienst sofort ein und das Auge wird blind. Bei verschiedenen Erkrankungen, besonders bei solchen des höheren Alters, beobachtet man auch Thrombosen der Vena centralis retinae. Alle Gefäßleiden kann man im Augenspiegelbild sehen und sicher diagnostizieren.

Haben Netzhauterkrankungen irgend einer Art zur Atrophie der Membran geführt, dann geht ihre Struktur gänzlich zugrunde, das Pigment des Pigmentepithels verbreitet sich durch alle Schichten, die Gefäße werden sklerotisch.

Erscheint ein Exsudat zwischen Chorioidea und Retina, dann hebt sich die letztere von der ersteren ab (Netzhautablösung). Dabei bleibt das Pigmentepithel mit der Chorioidea in Zusammenhang; da es aber für die Funktion der Stäbchen notwendig ist, so muß schon dadurch allein die Sehfähigkeit beeinträchtigt werden.

Sehnerv. Bei der Beurteilung von Erkrankungen des Sehnerven darf man nicht vergessen, daß er kein peripherischer Nerv im gewöhnlichen Sinn des Wortes ist, sondern daß er entwickelungsgeschichtlich noch zum Gehirn gehört. Zugleich hat man sich daran zu erinnern, daß er zwischen dem Augapfel und der Schädelhöhle mit ihrem Inhalt vermittelt, also auch von beiden Seiten her pathologisch beeinflußt werden kann. Eine Entzündung kann ebensogut von der Netzhaut aus in den Sehnerven aufsteigen, als von den Hirnhäuten aus absteigend seine Scheiden und ihn selbst erreichen. Man erkennt ophthalmoskopisch Entzündungen an einer Schwellung des Sehnervenkopfes in der Papille.

Steigert sich der Hirndruck, wie es bei Tumoren in der Schädelhöhle der Fall ist, dann quillt die Sehnervenpapille pilzartig hervor (Stauungspapille). Sie zeigt erst Ödem und dann Entzündungserscheinungen. Gewisse Allgemeinerkrankungen, meist chronische Intoxikationen (Tabak, Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Arsen u. dgl. mehr), können Erkrankungen, nicht des ganzen Sehnerven, sondern nur des papillo-makulären Bündels verursachen oder doch von ihm ihren Ausgang nehmen.

Atrophie kann jeder Erkrankung des Sehnerven folgen, sie kann auch ohne vorausgegangene Entzündung bei Tabes dorsalis auftreten. Ebenso wird der Sehnerv durch Druck, welchen Tumoren der Umgebung auf ihn ausüben, zum Schwund gebracht werden.

Daß alle Leiden des Sehnerven mit einer mehr oder minder starken Beeinträchtigung des Sehvermögens, selbst mit vollständiger Erblindung, einhergehen, bedarf kaum der Erwähnung, wohl aber ist darauf hinzuweisen, daß eine solche Beeinträchtigung ihre Ursache keineswegs immer in dem Verhalten der Retina oder des Sehnerven zu haben braucht, sondern daß in vielen Fällen pathologische Veränderungen des Gehirns zu beschuldigen sind.

Linse. Der Stoffwechsel der Linse ist ein sehr träger, wodurch es sich erklärt, daß allgemeine Stoffwechselstörungen auf sie einen mehr oder minder beträchtlichen Einfluß gewinnen können. Ihre Erkrankungen gehen aber mit einer Trübung (Star) einher, wodurch natürlich das Sehvermögen beeinträchtigt wird. In der Kindheit kann eine vorübergehende Störung der normalen Ernährung (Rachitis) die Trübung einer Schichte von Linsensubstanz zur Folge haben, später geben Diabetes und andere konstitutionelle Erkrankungen gelegentlich Veranlassung zur Entstehung eines Stares. Vor allem ist es die Abnahme einer ausreichenden Ernährung des Körpers in höherem Alter, welche das Auftreten eines Stares begünstigt. Es wird dabei das vordere Epithel stark alteriert, die Linsenfasern weichen auseinander, zwischen ihnen tritt eine trübe Flüssigkeit auf, die Fasern quellen und zerfallen endlich. Der Linsenkern, welcher bei alten Leuten stark ausgetrocknet ist, widersteht am längsten einer Verflüssigung.

Erkrankungen der mittleren und inneren Augenhaut können von Erkrankungen der benachbarten Linse gefolgt sein, auch Verletzungen der Kapsel bringen eine Trübung der Linsensubstanz hervor, da dieselbe durch Eindringen des Kammerwassers quillt.

Ist die Festigkeit der Zonula ciliaris gelockert oder gar der Zusammenhang mit der Linse aufgehoben, dann verläßt die Linse ihren Platz, sie wird luxiert, und zwar senkt sie sich oder sie gerät in den Glaskörper oder in die Vorderkammer; durch einen gleichzeitigen Riß in der Sclera kann sie sogar bis unter die Bindehaut vordringen.

Ist ein Star operiert, dann kann das zurückgebliebene Kapselepithel wuchern und dadurch zu einem Nachstar Veranlassung geben, es kann sich auch die Kapsel verknittern, wodurch das Sehvermögen leidet.

Glaskörper. Er erkrankt nicht primär, da dies bei dem Fehlen ihm eigener Zellen nicht möglich ist; wohl aber kann er durch zellige oder fibrinöse Massen, welche von den Augenhäuten stammen, getrübt werden; auch Blutungen und Bindegewebsneubildungen können von dorther in ihn eindringen. Man hat in ihm Kristalle auftreten sehen, bei Ernährungsstörungen kann eine Verflüssigung (Synchysis) des ganzen Glaskörpers oder von Teilen desselben eintreten. Fremdkörper oder Parasiten (Cysticercus) dringen in ihn ein.

Eine Störung des Flüssigkeitswechsels im Auge bringt schwere Folgeerscheinungen mit sich. Der intraokuläre Druck wird durch das Kammerwasser geregelt, es muß also einerseits in normaler Weise sezerniert, andererseits ebenso aus dem Auge abgeleitet werden. Geschieht dies nicht, dann sinkt entweder der intraokuläre Druck und der Bulbus fällt mehr oder weniger zusammen, oder der Druck steigt, wobei der Bulbus durch den Widerstand, welchen die feste Sclera einer Ausdehnung entgegensetzt, hart wird. Eine Steigerung läßt sich leicht von außen fühlen, die elastische Resistenz des normalen Auges weicht einer steinernen Härte (Glaucom). Die Vermehrung des Kammerwassers geschieht in der Regel dadurch, daß bei gleichbleibender Sekretion sein Abfluß vermindert wird. Es wird der Iriswinkel durch fibrinöse Massen verlegt (S. 74) oder er verwächst, so daß kein Wasser mehr abfließen kann, oder die Iriswurzel legt sich so an die Sclera an, daß der Weg nach dem Sinus venosus sclerae verlegt wird. Vielleicht hat sich auch die Zusammensetzung des Kammerwassers selbst verändert. Ist eine Erhöhung des intraokulären Druckes eingetreten, dann ist das Auge in einen Circulus vitiosus geraten, indem nun der Abfluß durch die die Sclera schief durchsetzenden Venae vorticosae behindert wird, wodurch eine venöse Stauung im Gebiet der mittleren Augenhaut entsteht, welche wieder zu einer vermehrten Wasserausscheidung führen muß. Der erhöhte Druck treibt die Sehnervenpapille nach außen und knickt an dem scharfen Rand der Augenhäute die Opticusfasern ab, wodurch sie atrophisch werden, so daß schließlich das Sehvermögen erlischt.

Therapeutisch hat man den gesteigerten Druck herabzusetzen, was am besten durch Iridektomie geschieht, durch welche die Abflußwege des Kammerwassers wieder eröffnet werden.

## 6. Augenmuskeln, Musculi oculi.

Der Augapfel ist nach Art einer Arthrodie nach allen Richtungen beweglich. Seine hintere Hälfte gleitet auf ihrer kapselartigen Unterlage, ähnlich wie ein Gelenkkopf in seiner Pfanne. Doch trifft der Vergleich nicht völlig zu, da bei den Bewegungen auch die Kapsel Verschiebungen erleidet. Der Drehpunkt liegt in der Sehachse, und zwar etwa einen Millimeter hinter dem Zentrum des Bulbus.

Der Bewegungsapparat besteht aus sechs schmalen und platten Muskeln, zu welchen sich noch ein siebenter gesellt, welcher mit dem Augapfel nichts zu tun hat, sondern dazu bestimmt ist, das obere Augenlid als Antagonist des M. orbicularis oculi (3. Abt. S. 56) zu heben. Entwickelungsgeschichtlich bilden sie sich aus einer hinter dem Bulbus gelegenen Blastemmasse (1. Abt. S. 211).

Vier, welche den Blick nach oben, unten und nach beiden Seiten wenden, laufen in gerader Richtung vom Hintergrund der Augenhöhle nach dem Augapfel hin. Es sind die Mm. recti superior, inferior, medialis und lateralis. Zu ihnen kommen noch zwei andere Muskeln, welche schräg nach oben und nach unten gehende Bewegungen ausführen. Der eine, M. obliquus superior, nimmt seinen Verlauf mit den im Hintergrund der Augenhöhle entspringenden geraden Augenmuskeln, der andere, M. obliquus inferior, verläuft in ganz abweichender Art von dem medialen vorderen Rand der Augenhöhle nach der lateralen hinteren Seite des Augapfels.

Die aus dem Hintergrund der Orbita kommenden sechs Muskeln (*126*, *128*) entspringen in zwei Schichten von einem sehnigen Trichter von ovaler Form (Anulus tendineus communis (Zinni), welcher den Eintritt des Sehnerven und den des N. oculomotorius in die Augenhöhle umgibt. Die Ursprünge der vier geraden Augenmuskeln bilden die innere Schichte, die äußere Schichte wird gebildet vom Ursprung des M. levator palpebrae, dem des M. obliquus superior und einem accessorischen

Kopf des M. rectus lateralis, welcher von der Spina m. recti lateralis (m.) an der Umrandung der Fissura orbitalis superior entspringt.

Betrachte ich zuerst den Verlauf des nicht zum Bulbus in Beziehung stehenden Heber des oberen Augenlides, M. levator palpebrae superioris (*131*), so ist von ihm zu sagen, daß er an der Decke der Augenhöhle vorwärts verläuft. In der Gegend des oberen Augenhöhlenrandes geht er in eine platte, dünne Sehne über, welche sich in sanftem Bogen abwärts wendet, um sich an der Bandscheibe des Lides vor dessen oberem konvexen Rand anzuheften. Von beiden Seitenrändern biegen Bündel seitwärts ab (*134*). Die laterale Ausstrahlung erreicht die Orbitalwand, die mediale verliert sich ohne Knochenansatz im Gewebe des Fettkörpers. In die Lidhaut strahlen ebenfalls Sehnenfasern aus, welche für die Entstehung der Deckfalte (s. unten) verantwortlich sind.

Der Verlauf der Mm. recti nach vorne zu ihrer Insertion am Augapfel gestaltet sich so, daß drei von ihnen zur Hälfte ihrer Länge der Orbitalwand ziemlich dicht anliegen, während der vierte, der M. rectus superior, unter dem Heber des Augenlides seinen Platz hat (*126, 131, 132*). In dem letzten Teil ihres Verlaufes treten sie in den Fettkörper der Augenhöhle ein und laufen schräg durch ihn zum Augapfel. Bevor sie ihn erreichen, durchbohren sie die Fascia bulbi. Ihre breiten und dünnen Sehnen setzen sich an der Sclera fest, mit welcher sie sich verflechten.

Der Abstand der Insertionslinien vom Cornealrand ist für den M. rectus superior 7,7 mm, für den M. rectus inferior 6,5 mm, für den M. rectus medialis 5,5 mm, für den M. rectus lateralis 6,9 mm (Fuchs 1884) (*127*).

Der stärkste der geraden Augenmuskeln ist der mediale, der schwächste der obere (*130*).

Der M. obliquus superior[1]) (*126*) verläuft hart an der Wand der Augenhöhle auf dem Fettkörper in dem Winkel, in welchem die obere und mediale Wand der Orbita zusammenstoßen, vorwärts und geht in der Nähe des Augenhöhlenrandes in eine zylindrische Sehne über. Dieselbe läuft durch eine faserknorpelige Rolle, Trochlea, welche in der Fossa trochlearis (2. Abt. S. 64) befestigt ist, und wendet sich von ihr aus in einem Winkel von etwa 53° sogleich rückwärts und lateralwärts. Sie tritt unter dem M. rectus superior durch, um sich 16,0 mm vom Hornhautrand entfernt mit der Sclera zu verschmelzen.

Der M. obliquus inferior (*134*) entspringt dicht hinter dem Augenhöhlenrand vom lateralen Umfang des Einganges in den Tränennasenkanal. Er verläßt die Augenhöhlenwand sogleich, um in leichtgeschwungenem Bogen aufzusteigen. Er verläuft unter dem M. rectus inferior hin, umkreist den Augapfel eine Strecke weit und tritt dem Ansatz des M. obliquus superior gegenüber an der hinteren Hemisphäre des Bulbus mit einer sehr kurzen Sehne in die Sclera ein.

Es ist noch zu bemerken, daß außer den oben erwähnten Funktionen der einzelnen Augenmuskeln die vier geraden Augenmuskeln gemeinsam den Bulbus rückwärts zu ziehen streben. Die beiden schiefen Augenmuskeln können vermöge ihres rückwärts gerichteten Verlaufes den Bulbus vorwärts bewegen, so daß sie dadurch als Antagonisten der geraden Augenmuskeln dienen.

Die motorischen Nerven der Augenmuskeln werden vom N. oculomotorius geliefert; nur der M. rectus lateralis wird vom N. abducens, der M. obliquus superior vom N. trochlearis innerviert.

---

[1]) Musculus trochlearis.

In ihrer hinteren Hälfte besitzen die Augenmuskeln einen zarten Bindegewebsüberzug. Wenn sie in den Fettkörper der Orbita eintreten, umgeben sie sich mit einer Scheide, welche sich mehr und mehr verstärkt. Beim Durchtritt der Muskeln durch die Fascia bulbi verschmelzen sie zum Teil mit dieser, zum Teil senden sie Stränge und Platten aus, von welchen unten noch zu sprechen sein wird.

Varietäten der Augenmuskeln sind sehr selten. Dreimal wurde ein rudimentärer M. retractor bulbi beobachtet, wie er bei Säugern normalerweise vorkommt. Es spalten sich Bündel von den verschiedenen Augenmuskeln ab. Man hat den M. levator palpebrae fehlen sehen, ebenso die Mm. recti im ganzen und den lateralen und medialen Augenmuskel im einzelnen. M. rectus medialis und inferior können auf eine längere Strecke miteinander verbunden sein.

Praktische Bemerkungen. Die wichtigste pathologische Erscheinung im Bereich der Augenmuskeln ist das Schielen, Strabismus, entweder einwärts oder auswärts, Strabismus convergens oder divergens. Der Arzt kann durch Anwendung geeigneter Brillen eine richtige Stellung des Augapfels herbeizuführen suchen, er kann auch genötigt sein, die Sehne eines Muskels zu durchschneiden und entweder rückwärts oder vorwärts zu verlagern. Bei einer Schieloperation hat man sich daran zu erinnern, daß die Sehnen mit den ziemlich festen Adminicula (s. unten S. 94) verbunden sind. Will man eine ausgiebige Wirkung erzielen, dann wird man auch sie trennen.

Rasche, in einem gewissen Rhythmus aufeinander folgende Augenbewegungen, vom Charakter klonischer Krämpfe, bezeichnet man als Augenzittern, Nystagmus. Man findet es bei angeborener oder früh erworbener Schwachsichtigkeit, doch kann es auch in späterer Zeit erworben werden. Lähmungen der Augenmuskeln sind natürlich auf Leiden der versorgenden Nerven zurückzuführen. Man wird sich daran erinnern, daß bei einer Erkrankung des N. oculomotorius auch das obere Augenlid nicht gehoben werden kann, und daß dabei die Mm. rectus lateralis und obliquus superior nicht betroffen sind, von welchen wieder jeder für sich leiden kann.

## 7. Bindegewebsapparat der Augenhöhle.

Die in der Augenhöhle enthaltenen Organe sind in einen Fettkörper, Corpus adiposum orbitae, eingebettet, welcher sie einhüllt und in ihrer Lage erhält (*129—132*). Er zeichnet sich dadurch aus, daß sein Fett auch bei stärkster Abmagerung nicht verschwindet, wenn es sich auch ein wenig vermindert. Nach hinten und seitlich erstreckt sich der Fettkörper allenthalben bis zu den Wänden der Augenhöhle, nach vorne wird er begrenzt von dem Septum orbitale[1]) (*131*), einer Membran, welche diaphragmaartig in der Augenhöhlenöffnung ausgespannt ist. Sie geht vom Augenhöhlenrand aus, nur an der medialen Seite weicht der Ansatz hinter den Tränensack zurück und folgt der Crista lacrimalis posterior. Ihren Ansatz findet die Membran am konvexen Rand der Tarsi beider Lider.

Gegen den Augapfel ist der Fettkörper durch eine Membran, Fascia bulbi Tenoni (Tenonsche Kapsel[2])) (*131*) abgegrenzt, welche sich vom Eintritt des Sehnerven in den Bulbus bis zum Fornix conjunctivae erstreckt. Sie ist vorne und hinten dünn und zerreißlich, im Äquator des Bulbus aber wird sie durch die mit ihr zusammenfließenden Scheiden der Augenmuskeln nicht unerheblich verstärkt, so daß sie daselbst den Bulbus als ein festerer Gürtel ringförmig umschließt. Da die Membran nur den Abschluß des Fettkörpers gegen den Augapfel darstellt, ist sie mit dem Gewebe des ersteren ohne Abgrenzung verbunden. Zwischen ihr und dem Bulbus findet man dagegen einen Spaltraum, Spatium interfasciale Tenoni, welcher von zarten Bindegewebsfasern und Platten durchzogen wird. Nur von den Sehnen der Augen-

[1]) Ligamentum palpebrale. Ligamentum tarsi superioris und inferioris.
[2]) Tunica vaginalis bulbi.

muskeln gehen zu ihr kräftige Bindegewebszüge (Adminicula) hin, welche bei Tenotomien verhindern, daß sich die Muskeln allzu stark retrahieren. Den Tenonschen Spaltraum als einen Lymphraum anzusehen, was von mancher Seite geschieht, liegt keine Veranlassung vor, es handelt sich vielmehr um einen Spalt, wie er an Organen, welche starken und oft wiederkehrenden Verschiebungen ausgesetzt sind, auch anderwärts beobachtet wird, z. B. zwischen Speiseröhre und Wirbelsäule, in der Umgebung der Arterien etc.

Von den Stellen aus, an welchen die Scheiden der Augenmuskeln mit der Kapsel des Bulbus verschmelzen, gehen von den ersteren und den benachbarten Kapselteilen Bindegewebszüge ab (Fascienzipfel, Retinacula (Hesser)) (*134*), welche sich nach den Wänden der Orbita nahe dem Augenhöhlenrand erstrecken und dort festheften. Ein solcher Zipfel (Retinaculum laterale, Hesser 1913) kommt von der Scheide des M. rectus lateralis und der Kapsel und heftet sich, in mehrere Teile gespalten, an der lateralen Augenhöhlenwand an. Ein nur schwach ausgebildetes Retinaculum inferior erstreckt sich von der Gegend der Kreuzung des M. obliquus inferior mit dem M. rectus inferior zum lateralen unteren Orbitalrand hin (Hesser 1913). An der medialen Seite wird oben ein Retinaculum von der kräftigen Scheide der Sehne des M. obliquus superior ersetzt, welches sich an der Trochlea anheftet. Von der Scheide des M. rectus medialis strahlen Züge in das Septum orbitale aus und stellen dadurch eine kräftige Verbindung mit der Augenhöhlenwand in der Gegend der Crista lacrimalis posterior her. Von der Scheide des M. levator palpebrae, welche an ihrer Unterseite mit der des M. rectus superior verbunden ist, gehen nach beiden Seiten flügelartige Lamellen aus, welche mit der Kapsel des Bulbus zusammenhängen. Die laterale vereinigt sich mit dem Retinaculum laterale, die mediale hängt mit der Scheide der Sehne des M. obliquus superior und den vom M. rectus medialis kommenden Bindegewebszügen zusammen.

## 8. Glatte Muskeln des Sehapparates.

Sie finden ihre hauptsächlichste Ausbreitung in den Augenlidern. Von der unteren Seite des M. levator palpebrae entspringt eine bis zu 1 mm dicke Muskellamelle (M. tarsalis superior), welche sich mittelst einer elastischen Sehne am konvexen Rand des Tarsus anheftet. Im unteren Augenlid ist eine ähnliche Lamelle (M. tarsalis inferior) zu beobachten, doch ist sie schwächer. Außerdem erstrecken sich noch Muskelbündel rückwärts über die Kapsel des Bulbus hin. Sie sind von sehr verschiedenem, regellos gemischtem Verlauf. An der lateralen Seite erleidet die Schichte immer eine Unterbrechung, im übrigen ist ihre Ausdehnung individuell verschieden. Wie Hesser (1913) meint, trägt diese Muskulatur zum Festhalten der Lider in normaler Stellung bei und kann den Ausdruck des Auges beeinflussen; vielleicht ist sie auch imstande, eine ganz geringe Verschiebung des Augapfels zu bewirken.

Eine weitere Stelle der Augenhöhle, an welcher man glatte Muskeln findet, ist die Fissura orbitalis inferior. Das Gewebe, welches sie schließt, enthält den M. orbitalis. Er ist ansehnlich und reicht nach hinten bis in die Fissura orbitalis superior, selbst bis zum Sinus cavernosus hin (Hesser). Die Fasern verlaufen nach allen Richtungen. Seine Funktion besteht wohl in einer Einwirkung auf die Füllung der V. ophthalmica inferior.

## 9. Augenlider, Palpebrae und Bindehaut, Conjunctiva.

Die Augenlider entstehen im zweiten Embryonalmonat als wulstige Hautfalten (1. Abt. S. 202), im dritten Monat verkleben ihre Ränder durch Epithelwucherung miteinander, doch löst sich der Verschluß noch vor der Geburt (1. Abt. S. 224).

Die Augenlider werden abgegrenzt: nach oben durch die Augenbraue, Supercilium, nach unten durch die Wangenlidfurche, welche vom medialen Lidwinkel lateral abwärts verläuft. An der lateralen Seite ist eine scharfe Abgrenzung nicht vorhanden.

Die Augenbraue (*136*) folgt im wesentlichen dem oberen Augenhöhlenrand, nicht dem Arcus superciliaris des Stirnbeines, wie man aus letzterem Namen etwa schließen könnte. Sie besteht aus einem fetthaltigen Wulst, welcher von Muskelinsertionen durchsetzt wird. Der Wulst ist von derber Beschaffenheit und steht mit dem unterliegenden Knochen in fester Verbindung. Die Brauenhaare sind im allgemeinen schräg in die Haut eingepflanzt, und zwar so, daß sich ihre Spitze nach der Schläfe hin richtet. Am medialen Ende, dem Kopf der Braue, stehen die Haare gewöhnlich am dichtesten. In höherem Alter erlangen sie nicht selten eine relativ beträchtliche Länge.

Die beiden Augenlider stoßen in den Lidwinkeln, Anguli palpebrarum[1]), zusammen (*136*). Der laterale ist eine einfache, spitzbogenartige Kommissur, am geöffneten Auge durch die überhängende Deckfalte des oberen Lides mehr oder weniger verdeckt, an dem medialen Augenwinkel vereinigen sich die Ränder beider Lider durch Vermittelung einer nasenwärts gerichteten Ausbuchtung, welche man als Tränensee, Lacus lacrimalis, bezeichnet.

Von dem einen Augenwinkel zum anderen erstreckt sich die querstehende Lidspalte, Rima palpebrarum. Ihre Länge ist nicht ganz konstant, im Mittel beträgt sie beim Mann, vom Ende des einen Augenwinkels bis zu dem des anderen gemessen, 30 mm. Eine verschiedene Länge beider Lidspalten ist nicht selten, sie erscheint weniger auffallend, als man glauben sollte.

Im Schlafe ist die Lidspalte linear und wird von den sich kreuzenden Wimpern beider Lider bedeckt. Sie besitzt einen nach unten konvexen Verlauf, der mediale Augenwinkel erscheint nicht selten mit seinem Ende nach unten sanft umgebogen. Beide Augenwinkel liegen fast gleich hoch und horizontal (*137*).

Wird das Auge geöffnet und der Blick horizontal nach vorne gerichtet, dann bewahrt nur der mediale Lidwinkel seine Stelle, da er seiner festen Anheftung am Ligamentum palpebrale mediale wegen unbeweglich ist, der laterale Lidwinkel steigt ein wenig auf. Das untere Lid senkt sich nur um etwa 2—3 mm, das obere hebt sich 10 mm und mehr in die Höhe. Dabei wird nur die untere Hälfte desselben durch den M. levator palpebrae nach oben und einwärts gezogen, während der obere Teil in einer Falte, der Deckfalte, über den unteren herabfällt und ihn fast bis zum Rand hin bedeckt (*136*). Man bezeichnet den ungefaltet auf- und absteigenden Teil als Tarsalteil, den Teil, welcher sich faltet, als Orbitalteil des Lides. Das untere Lid zeigt ein derartiges Verhalten nicht, nur werden Querfalten, welche schon bei geschlossenem Auge auf ihm vorhanden sind, etwas tiefer.

An einer gut geformten geöffneten Lidspalte biegt das obere Lid an der medialen, das untere an der lateralen Seite etwas weiter aus; man nennt sie „mandelförmig".

[1]) Commissurae palpebrarum.

Bei gerade nach vorne gerichtetem Blick wird der oberste Teil der Hornhaut vom oberen Lid gedeckt, während das untere Lid den Hornhautrand meist nicht ganz erreicht.

Die Lidränder sind schmale Flächen, etwa 3 mm breit. Sie gehen in einer vorderen und hinteren Kante, Limbus palpebrae anterior und posterior in die Flächen der Lider über. Am oberen Lid sind beide Kanten scharf, am unteren nur die hintere. Sie passen ziemlich genau aufeinander und decken sich meist in einer nach außen abschüssigen Ebene; man überblickt deshalb an einem geöffneten Auge den Rand des unteren Lides in seiner ganzen Breite, während man vom oberen nur die vordere Kante sieht (*136*).

An der vorderen (äußeren) Kante des Lidrandes stehen in mehreren Reihen hintereinander die Augenwimpern, Cilia, mit ihren Talgdrüsen. Längs der hinteren (inneren) Kante findet man eine Reihe feiner punktförmiger Öffnungen, die Mündungen der Tarsaldrüsen (s. unten).

Struktur der Augenlider (*135*). Im Tarsalteil der Lider sind zwei Schichten auseinander zu halten, erstens die Haut mit dem Unterhautbindegewebe und zweitens der Tarsus, dessen Rückseite von der Conjunctiva palpebralis bedeckt wird. Drittens aber bedarf noch der Lidrand seines Verhaltens wegen einer gesonderten Betrachtung.

Die Haut ist sehr dünn, Papillen kommen nur in der Nähe des Lidrandes und auf diesem selbst vor. Die Haare sind feinster Lanugo und spärlich, die Knäueldrüsen klein. Die Subkutanschichte ist sehr locker gewebt und völlig fettlos. In sie ist der M. orbicularis palpebralis eingelagert; seine Bündel reichen bis dicht an die Haut des Lidrandes heran.

Die Bandscheiben, Lidplatten, Tarsi, welche man ihrer Konsistenz wegen früher als „Lidknorpel" beschrieben hat, sind nicht von knorpeliger Struktur sondern bestehen aus einem besonders dicht verfilzten Bindegewebe. Die Lidplatte des oberen Lides ist von myrtenblattähnlicher Form, mit einem konvexen oberen und geraden unteren Rand und etwa doppelt so hoch, 10 mm, wie die untere, welche eine mehr bandförmige Gestalt besitzt. Ihre Dicke beträgt etwa 1 mm, ihre Länge 20 mm. Sie nehmen die ganze Breite der Lider ein und sind durch Vermittelung der Ligamenta palpebralia an den beiden Orbitalrändern befestigt.

In die Substanz der Bandscheiben sind die Tarsaldrüsen, Glandulae tarsales Meibomi, eingelassen, welche in einer Zahl von 30 bis 40 im oberen, 20 bis 30 im unteren Lid, gewöhnlich dicht nebeneinander in einer Reihe liegen und die ganze Höhe der Bandscheibe einnehmen (*139*). Ihre Alveoli sind um einen vertikal verlaufenden Gang gruppiert, welcher auf dem Lidrand mündet. Der Bau der Drüsenzellen ist völlig der gleiche, wie der der Talgdrüsen, der Gang ist mit geschichtetem Plattenepithel ausgekleidet. Ihres fettigen Inhaltes wegen schimmern die Tarsaldrüsen weiß durch die Conjunctiva durch. Das Sekret, Sebum palpebrale, dient dazu, die Lidränder einzufetten, wodurch eine in normaler Menge im Conjunctivalsack vorhandene Tränenflüssigkeit verhindert wird, überzufließen. Außer den Tarsaldrüsen kommen im Tarsus auch accessorische Tränendrüsen inkonstanten Sitzes vor. Ferner findet man in seinem obersten Teil zahlreiche Gruppen von Fettzellen. Auch vor dem Lidrandende des Tarsus des oberen Lides nächst dem Arcus tarseus (s. unten) begegnet man solchen. Die dem Augapfel zugewandte Seite des Tarsus ist von der Conjunctiva bedeckt, von welcher nachher die Rede sein wird.

Am Lidrand ist die im Tarsalteil sonst so deutlich ausgesprochene Schichtenfolge verwischt. Das Gewebe des Tarsus fließt mit dem festen Gewebe, welches die

Haarbälge umgibt, völlig zusammen, so daß sich also eine stark verdichtete Bindegewebsmasse von der Haut bis zur Bindehaut erstreckt. Die Augenwimpern stehen in einer unregelmäßig drei- bis vierfachen Reihe hintereinander; ihre Bälge sind schief eingepflanzt, so daß sich die konvex gebogenen Haare mit ihren Spitzen auswärts neigen. Die Cilien des oberen Lides sind stärker, länger und zahlreicher als die des unteren. Ihre Haarbalgdrüsen sind gut ausgebildet.

Zwischen die Cilien gemischt finden sich die Mollschen Drüsen (*135*) modifizierte Knäueldrüsen mit weitem Lumen. Dieselben münden meist in Haarbälge, doch kommen auch freie Mündungen auf der Oberfläche des Lidrandes vor.

Oben wurde bereits erwähnt, daß die Bündel des M. orbicularis bis an den Lidrand heranreichen[1]), sie winden sich zwischen den Bälgen der Cilien und der Mollschen Drüsen durch.

Ebenso wurde erwähnt, daß die Haut des Lidrandes Papillen besitzt. Die Epidermis wandelt sich an der inneren Kante der Lidränder in das Schleimhautepithel des Conjunctivalsackes um.

Der orbitale Teil der Augenlider wird in seiner ganzen Dicke von der Haut bis zum Septum orbitale von lockerem und fettarmem Gewebe eingenommen, in welches die Bündel des M. orbicularis oculi eingelagert sind. Außerdem enthält er in seinem hinteren Teil den glatten Lidmuskel und wird im oberen Lid von der Sehne des M. levator palpebrae durchsetzt.

Die Bindehaut, Conjunctiva, vermittelt die Verbindung zwischen den Lidern und dem Bulbus, führt also ihren Namen mit vollem Recht. Sie stellt einen Sack (Conjunctivalsack) dar, dessen Öffnung von der Lidspalte gebildet wird, dessen Boden mit der Hornhaut verbunden ist. Derjenige Teil, welcher die Rückseite der Lider deckt, ist die Tunica conjunctiva palpebrarum, der die Vorderfläche des Bulbus deckende die Tunica conjunctiva bulbi und die Übergangsfalte, welche beide verbindet, wird Fornix conjunctivae benannt. Mit den beiden Tarsi und der Hornhaut ist die Conjunctiva fest verbunden, im übrigen ist sie der Unterlage nur locker aufgeheftet. In der Mittelstellung der Lider und des Bulbus, bei gerade nach vorne gerichtetem Blick, ordnet sich die überschüssige Substanz, welche vorhanden ist, um den Bewegungen der Lider und des Bulbus überall hin folgen zu können, so, daß sie sich in zirkuläre Falten legt, welche den Augapfel umkreisen. Eine derselben ist besonders beständig, die Plica semilunaris[2]) an der lateralen Seite des medialen Augenwinkels (*138*). Sie erscheint bei normal geöffnetem Auge als ein hinter den beiden Lidern verschwindender Wulst; um sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu übersehen, muß man die beiden Lider stark auseinander ziehen. Da sie die Reservesubstanz für die Drehung des Bulbus nach der lateralen Seite darstellt, verstreicht sie bei dieser Blickrichtung, während sie stärker hervortritt, wenn man den Bulbus nasenwärts wendet. Sie ist von vergleichend anatomischem Interesse, da sie das Rudiment eines dritten Augenlides darstellt, welches bei gewissen Tieren stark ausgebildet ist.

Der untere Fornix ist seicht, man überblickt ihn vollständig, wenn man das untere Lid nach unten zieht, der obere dagegen ist tief und läßt sich nur vollständig überblicken, wenn man das obere Lid nach außen umklappt (ektropioniert).

---

[1]) M. ciliaris Riolani.

[2]) Membrana nictitans. Palpebra tertia.

Die Bindehaut erstreckt sich an der medialen Seite der Plica semilunaris in den Tränensee des medialen Augenwinkels hinein und ist dort mit dem unterliegenden medialen Lidband unverschieblich verwachsen. Sie trägt daselbst eine kleine, keulenförmige, nach unten hin zugespitzte Erhöhung, die Caruncula lacrimalis. Ihr unteres Ende verbirgt sich hinter dem unteren Lid und man übersieht sie erst vollständig, wenn man das untere Lid abwärts zieht (*138*).

Feinerer Bau der Conjunctiva. Die Conjunctiva palpebralis geht an der hinteren Kante des Lidrandes aus der äußeren Haut hervor. Im Bereich der Tarsi ist sie mit der Lidspalte untrennbar verbunden und zeigt sich am oberen Lid von einem System mikroskopischer Furchen durchzogen, welche der Oberfläche ein sammetartiges Aussehen verleihen. Am unteren Lid werden die Furchen von säckchenförmigen Einsenkungen der Oberfläche ersetzt (Virchow 1910). Die Oberfläche trägt ein unregelmäßiges mehrschichtiges Epithel, die Einsenkungen sind von einem regelmäßig zweischichtigen Epithel ausgekleidet. Sie senden in die Tiefe röhrenförmige Fortsetzungen, besonders an den beiden Seiten der Lider. Im Fornix wird das Oberflächenepithel zu einem mehrschichtig zylindrischen, um auf der Conjunctiva bulbi wieder einem mehrschichtigen Plattenepithel zu weichen. Allenthalben findet man schleimsezernierende Becherzellen eingestreut.

Die Propria ist im Tarsalteil dicker und fester, im übrigen dünn, mit vielen elastischen Fasern versehen und locker gewebt. Sie ist auf den Tarsi von adenoider Beschaffenheit, aber auch im übrigen enthält sie zahlreiche Leukocyten, welche stellenweise, besonders im Fornix, zu follikulären Haufen (Noduli lymphatici conjunctivae[1]) zusammentreten. Außerdem finden sich in der Propria Drüsen[2]), welche die Bedeutung und den Bau accessorischer Tränendrüsen haben. Sie sind klein und zerstreuen sich von den Enden der Haupttränendrüsen aus in abnehmender Zahl einerseits nach dem medialen Augenwinkel hin, andererseits bis in das Bereich des unteren Lides.

Die Caruncula lacrimalis gleicht in ihrem Bau einigermaßen dem des Lidrandes. Sie ist mit Haaren ausgestattet, welche allerdings äußerst fein sind. Sie werden von relativ großen Talgdrüsen begleitet. Außerdem beobachtet man in ihr gelegentlich Mollsche Drüsen und accessorische Tränendrüsen. Ihre hügelartige Form wird durch in das Subkutangewebe eingelagertes Fett hervorgerufen.

Die Blutgefäße der Augenlider und der Conjunctiva gehören zusammen, was sich aus ihrer Entwickelung erklärt. Von einem Anastomosenkranz, welchen die benachbarten Arterien des Gesichtes um den Lidapparat herum bilden, werden Arterien für die Haut und den M. orbicularis geliefert. Außerdem geben sie zwei Arcus tarsei ab, welche an der Vorderseite der Lidplatten, in der Nähe des Lidrandes verlaufen. Am oberen Rand des Tarsus des oberen Lides ist noch ein zweiter Bogen zu finden, die obere Randarterie. Vom Arcus tarseus aus werden alle die Gebilde des Lidrandes versorgt: die Cilien, Drüsen, Papillen. Im oberen Lid gehen beträchtliche Äste des Bogens durch Kanäle im unteren Ende des Tarsus und ebenso am Lidrand entlang zur Bindehaut. Im unteren Lid sind die perforierenden Äste wenig ausgebildet. Die Venen gleichen in ihrem Verlauf zwar im wesentlichen, jedoch nicht im einzelnen dem der Arterien. Die obere Randarterie des oberen Lides hat als Hauptaufgabe die Versorgung der Conjunctiva mit Blut. Dieselbe ist jedoch nicht

[1]) Trachomdrüsen.
[2]) Krausesche Drüsen.

sehr blutreich, sie läßt auch die rote Färbung, wie man sie sonst an Schleimhäuten sieht, ganz vermissen. Die Venen begleiten die Arterien.

Gefäße, welche man durch die transparente Conjunctiva bulbi durchschimmern sieht, sind dieser Membran nicht zuzurechnen, sie gehören vielmehr dem Augapfel an (vordere Ciliargefäße S. 87), doch tragen sie durch Anastomosen immerhin zur Versorgung der Conjunctiva bei.

Lymphgefäße. Die Lymphgefäße der Lider sind in einem prätarsalen und einem retrotarsalen Netz angeordnet, welche im oberen Lid durch perforierende Äste, wie die Blutgefäße, miteinander anastomosieren. Ein reiches Netz findet sich am konvexen Rand der Tarsi, diese selbst sind arm an Lymphgefäßen. In der Conjunctiva bulbi bilden die Lymphgefäße um den Hornhautrand herum ein kleinmaschiges Netz enger Gefäße; außer von der Conjunctiva nimmt es auch von der Hornhaut her Lymphe auf. Die abführenden Gefäße schließen sich einerseits der A. angularis an und gelangen schließlich in die Lymphoglandulae submandibulares; andererseits folgen sie der A. transversa faciei und münden in die Lymphoglandulae parotideae superficiales (Präauriculardrüsen) und profundae.

Die Nerven stammen, soweit sie motorisch sind, vom N. facialis, soweit sie sensibel sind, vom ersten und zweiten Ast des N. trigeminus (N. supra- und infratrochlearis, Nn. palpebralis vom N. frontalis, supraorbitalis, infraorbitalis und N. lacrimalis). Der Verlauf der feinsten Äste stimmt mit dem der Arterien vollständig überein. In der Conjunctiva bilden sie einen reichen Plexus. Am Lidrand endigen die sensiblen Nerven in zahlreichen Tastkörperchen, auch der Plexus der Bindehaut trägt allenthalben zahlreiche Endkörperchen, von welchen verschiedene Formen beschrieben werden. Freie Endigungen dringen in das Epithel ein.

Altersverschiedenheiten der Augenlider bestehen darin, daß in der Jugend die Haut glatt und faltenlos ist, während sie im höheren Alter zahlreiche gröbere und feinere Runzeln zeigt. Von der Deckfalte aus zieht sich bei kleinen Kindern eine halbmondförmige Hautfalte über den medialen Lidwinkel hin bis in das Bereich des unteren Lides (Epicanthus). Sie ist sehr verschieden entwickelt und verschwindet gewöhnlich um das 2.—3. Lebensjahr spurlos. Bei alten Leuten hängt die Deckfalte stark herab und bedeckt bei geöffnetem Auge den größten Teil des oberen Lides. In höherem Alter findet man sehr häufig den Lidspaltenfleck, Pinguecula, eine jederseits von der Hornhaut ausgehende graugelbliche Verdickung von dreieckiger Gestalt, deren Basis nach der Hornhaut hinsieht. Er entsteht durch eine schwielige Veränderung des Bindegewebes infolge äußerer Reize, nicht durch eine Fettanhäufung, zu welcher Annahme die Bezeichnung Pinguecula verleiten könnte. Die Conjunctiva alter Leute wird brüchig und zerreißlich, die Gefäße platzen gelegentlich, so daß es zu subconjunctivalen Blutungen kommt.

Varietäten. Im Epithel der Bindehaut beobachtet man nächst dem Hornhautrand öfters Pigmenteinlagerungen. Bei farbigen Rassen sind sie normal. Im übrigen handelt es sich zumeist um Entwickelungshemmungen. Zuerst ist hervorzuheben, daß sich der Epicanthus bei Mongolen mehr oder weniger deutlich auch während des späteren Lebens erhält, woher es kommt, daß deren Augen geschlitzt und schiefstehend erscheinen. Der Hautüberschuß, welcher den gewöhnlichen Epicanthus hervorbringt, kann sich auch lediglich auf die Deckfalte beschränken. Die Knorpelplatte, welche das dritte Augenlid der Tiere stützt, kommt zuweilen als rudimentäres Knorpelstreifchen auch in der Plica semilunaris des Menschen vor. — Die Entwickelung der Augenlider kann auf verschiedenen Stufen Halt machen; es kann ein vollständiger Mangel derselben vorhanden sein, wobei die Bedeckung der Hornhaut hautähnlich erscheint. Die Lider können so kurz bleiben, daß ein Schluß derselben unmöglich ist. Die Lidspalte kann verengert sein, die epitheliale Verklebung der beiden Lidränder kann auch nach der Geburt bei Bestand bleiben. Es kann sogar eine Verklebung der Conjunctiva palpebralis mit der Conjunctiva bulbi vorhanden sein. Die Tarsaldrüsen bilden sich nicht aus, statt ihrer entsteht eine hintere Cilienreihe (Atavismus). Als Colobom des unteren Lides bezeichnet man eine

Spaltung desselben. Sie steht in Zusammenhang mit der seitlichen Gesichtsspalte (4. Abt. S. 38). Eine Spaltung des oberen Augenlides ist pathologisch.

Praktische Bemerkungen. Von den sehr verschiedenen Elementen, welche die Augenlider zusammensetzen, kann jedes für sich von pathologischen Erscheinungen betroffen werden, es können auch mehrere miteinander erkranken. Die Lidhaut unterliegt ganz den gleichen Veränderungen, wie die Haut im ganzen, speziell die Gesichtshaut, es ist darüber also nichts besonderes beizubringen, nur ist zu erwähnen, daß Narbenkontrakturen sehr ungünstig wirken können, indem sie Ektropium bewirken. Das außerordentlich lockere Unterhautbindegewebe, in welches der M. orbicularis eingelagert ist, schwillt durch Ödem und Blutergüsse oft gewaltig an, zuweilen so stark, daß ein Öffnen des Auges unmöglich wird. An den Stellen, an welchen das lockere Bindegewebe dem festeren fetthaltigen der Umgebung Platz macht, machen Ergüsse erst Halt, doch kann die wenig feste Grenze auch überwunden werden. — Der M. orbicularis ist sehr oft so blaß, daß man ihn nur schwer auf dem Boden einer Wunde erkennt. Eine krampfhafte Zusammenziehung des Muskels (Blepharospasmus) schließt das Auge vollständig, eine Lähmung macht umgekehrt das Schließen unmöglich (Lagophthalmus). Dies kann eine schwere Schädigung der Conjunctiva und der freiliegenden Cornea zur Folge haben. Eine Lähmung des M. levator palpebrae bewirkt ein Herabsinken des oberen Lides (Ptosis). Entzündet sich eine Lidrand- oder Tarsaldrüse, dann bezeichnet man dies als Gerstenkorn, Hordeolum, ist einfache Sekretverhaltung einer Tarsaldrüse vorhanden, dann spricht man von einem Chalazion. Die Sekretion der Tarsaldrüsen kann sich auch steigern (Seborrhöe). Tarsaldrüsen können in höherem Alter kalkige Konkretionen aufnehmen, sie können veröden. Schwillt der Tarsus des oberen Lides im ganzen an, dann können sich die Kanälchen, welche durch ihn zur Conjunctiva verlaufen, so stark verengern, daß sie die in ihnen befindlichen Gefäße strangulieren, selbst zu vollständigem Verschluß bringen. Es hat dies natürlich auf die Ernährung der Bindehaut einen sehr nachteiligen Einfluß.

Eine besondere Stellung nimmt der Lidrand ein. Entzündungen betreffen oft ihn allein und sind sehr hartnäckig, sie stehen oft in Zusammenhang mit Erkrankungen der Haarbälge der Cilien. Diese letzteren Erkrankungen können Stellungsanomalien der Wimpern hervorrufen. Schleifen sie auf der Vorderfläche des Bulbus (Trichiasis), dann reizen sie die Hornhaut und trüben sie mehr oder weniger.

Obgleich die Conjunctiva aus der gleichen entwickelungsgeschichtlichen Quelle stammt, wie die äußere Haut der Lider, so ist ihr Verhalten pathologischen Einflüssen gegenüber doch ein ganz anderes, da sie sich zu einer Schleimhaut umgewandelt hat. In erster Linie ist daran zu erinnern, daß sie chemischen und mechanischen Reizen stark ausgesetzt ist. Größere, besonders scharfkantige Partikel, welche in den Conjunctivalsack eindringen, machen wegen der reichen Nervenversorgung der Bindehaut unerträgliche Schmerzen, feiner Staub wirkt reizend und verursacht Entzündung. Wenn man aber die Gefäße, welche auf der Vorderfläche des Bulbus verlaufen, stark injiziert findet, dann hat man sich daran zu erinnern, daß sie nicht alle der Conjunctiva angehören. Die stärkere Füllung der Bindehautgefäße bringt vielmehr eine verhältnismäßig unbedeutende Rötung hervor. Ein zweites Gefäßgebiet, welches sich stark füllen kann, ist das der vorderen Ciliararterien, und drittens kann auch ein plexusartiges venöses Netz auf der Sclera, das episklerale Netz, Ursache einer diffusen Rötung werden.

Eine sehr wichtige Rolle bei Erkrankungen der Conjunctiva spielt das adenoide Gewebe mit seinen Follikeln. Die Leukocyteninfiltration der Schleimhaut nimmt bei Entzündungen mehr oder weniger große Dimensionen an, die Follikel vermehren sich. Dabei handelt es sich natürlich sehr um die Grundursache des Leidens, ob eine einfache chronische Entzündung vorliegt, ob man es mit Blennorrhöe, mit Trachom zu tun hat. Nachfolgende Narbenbildungen bringen dann in der Conjunctiva oft große Verwüstungen hervor und gefährden oder vernichten das Augenlicht.

Bei manchen Erkrankungen leidet nur die Conjunctiva tarsalis allein oder doch hauptsächlich (z. B. Frühjahrskatarrh), was man verstehen kann, da sie ja auch anatomisch eine gewisse Sonderstellung einnimmt.

Die starke Verschieblichkeit der Conjunctiva bulbi trägt die Schuld, daß sie bei Narbenkontraktion auf der Hornhaut auf diese herübergezogen wird (Flügelfell, Pterygium).

Die Drüsen des Lidapparates können Adenome bilden, an die Papillen können sich Papillome anschließen, die Gefäße können zu Angiomen Veranlassung geben.

## 10. Tränenapparat, Apparatus lacrimalis.

Der Tränenapparat hat die Bestimmung, die Tränenflüssigkeit in der Tränendrüse, Glandula lacrimalis, abzusondern und in den Conjunctivalsack zu ergießen. Dort überrieseln die Tränen den freiliegenden Teil des Bulbus, spülen ihn ab und bewahren ihn vor Vertrocknung. Wenn im Tode die Berieselung aufhört, wird die Hornhaut durch Austrocknung undurchsichtig, das Auge „bricht". Aus dem Conjunctivalsack wird die Tränenflüssigkeit sodann vermittelst der Tränenröhrchen, Ductus lacrimales, und des Tränennasenganges, Ductus nasolacrimalis, in die Nase abgeführt.

Die Tränendrüsen werden im 3. Embryonalmonat vom Epithel der Conjunctiva aus gebildet (1. Abt. S. 225), der Tränennasengang schon früher (1. Abt. S. 202).

### Tränendrüse, Glandula lacrimalis.

Die Tränendrüse ist ein Organ von lappigem Bau und rosenroter Farbe. Sie besteht aus zwei Abteilungen, der oberen und unteren Tränendrüse, Glandula lacrimalis superior[1]) und inferior[2]), welche durch die Ausbreitung der Sehne des M. levator palpebrae (S. 92) voneinander geschieden werden. Die obere Tränendrüse ist ein kompakter, ovaler Körper, oben konvex, unten konkav gekrümmt. Im Mittel ist sie 20 mm lang, 11—12 mm breit und 5 mm dick. Sie liegt am Abhang des Daches der Augenhöhle in der Fossa glandulae lacrimalis des Stirnbeines, in welcher sie durch straffe Bindegewebsbündel befestigt ist (*140*). Eine Kapsel ist nur wenig ausgebildet. Die untere Tränendrüse besteht aus einer Gruppe kugeliger und länglicher Läppchen, welche über dem Fornix conjunctivae und unmittelbar auf der äußeren Fläche der Bindehaut liegen. Einzelne Läppchen liegen ganz isoliert und bilden den Übergang zu den oben beschriebenen accessorischen Tränendrüsen.

Die beiden Tränendrüsen werden, wie erwähnt, voneinander durch das Blatt geschieden, welches von der Sehne des M. levator palpebrae zur Gegend der Sutura zygomatico-frontalis herunterzieht.

Die sehr feinen Ausführungsgänge der oberen Tränendrüse verlassen dieselbe in einer Zahl von etwa zehn Stück, sie sammeln sich zu drei bis fünf Gängen, nehmen auch aus der unteren Tränendrüse einige Gänge auf und münden in einer vom lateralen oberen Umfang des Fornix bis herunter zum lateralen Lidwinkel, selbst bis in das Bereich des unteren Lides herabreichenden Linie. Andere Gänge der unteren Tränendrüse münden in variabler Zahl selbständig neben den Hauptgängen. Man erkennt aus diesem Verhalten, daß die Tränendrüse keiner einheitlichen Anlage entstammt, sondern sich aus mehreren solchen zusammensetzt.

Ihrem Bau nach gleichen die Tränendrüsen den Speicheldrüsen, am meisten der Glandula parotis, ohne jedoch mit ihr identisch zu sein (*141*). Die Wand der Drüsenschläuche besteht aus einer bindegewebigen Propria, auf deren Innenseite Korbzellen (1. Abt. S. 41) sitzen. Die zylindrischen Drüsenzellen sind, je nach der Füllung mit Sekret, höher oder niederer, grob- oder feinkörnig. Sekretkanälchen sind vorhanden. An die Drüsenschläuche schließen sich verengerte Schaltstücke an, welche ein niederes Epithel tragen, dann folgen die mit einem zweireihigen Zylinderepithel ausgekleideten Ausführungsgänge.

---

[1]) Glandula innominata Galeni, Glandula lacrimalis orbitaria.

[2]) Glandulae congregatae Monroi, Glandula lacrimalis accessoria s. palpebralis.

Die Arterien der Tränendrüse entstammen der A. lacrimalis; sie anastomosiert mit den Arterien der Lider und mit der A. zygomatico-orbitalis. Die Venen entsprechen in den feineren Ästen den Arterien, sie münden in die benachbarten Venen der Orbita, führen also das Blut schließlich in den Sinus cavernosus ab. Über die Lymphgefäße ist wenig bekannt; sie gelangen mit denen der Conjunctiva in die Präauriculardrüsen.

Der Nerv der Tränendrüse ist der N. lacrimalis. Ein Teil von ihm durchsetzt die Drüse nur, um in die Lidhaut zu gelangen. Der Drüse werden auch Fasern durch die Anastomose mit dem N. zygomatico-orbitalis zugeführt. Die sekretorischen Fasern stammen in letzter Linie aus dem N. facialis (N. petrosus superficialis major).

Bei Säugetieren kommt fast allgemein an der medialen Seite des Augapfels eine oft stark entwickelte Drüse (Hardersche Drüse) vor, welche dem Menschen fehlt.

Die Tränen, Lacrimae, sind eine wasserhelle, schwach alkalisch reagierende Flüssigkeit von salzigem Geschmack. Derselbe wird durch einen Kochsalzgehalt von 13 $^0/_{00}$ hervorgerufen. Außerdem enthalten die Tränen noch 5 $^0/_{00}$ Albumin.

Praktische Bemerkungen. Die Tränendrüse erkrankt selten. Ihre Ausführungsgänge können sich cystisch erweitern (Dacryops). Ist die Drüse entzündlich angeschwollen, dann drängt sie den lateralen Teil des oberen Lides abwärts, und die Lidspalte wird dort verkleinert, die Drüse, welche normalerweise hinter dem Augenhöhlenrand versteckt ist, wird nun fühlbar. Muß man sie entfernen, dann wird dies durch vorhergehende Resektion des Augenhöhlenrandes erleichtert. Ist man gezwungen, die untere Tränendrüse wegzunehmen, dann wird auch die obere veröden, da man ihre Ausführungsgänge bei dieser Operation mitentfernt. Die Befeuchtung der Vorderfläche des Bulbus wird dabei nicht aufgehoben, da die accessorischen Tränendrüsen des Fornix conjunctivae intakt bleiben. Zuweilen erkrankt die Tränendrüse zugleich mit den Speicheldrüsen, denen sie, wie erwähnt, in ihrem Bau nahe steht.

## Tränenwege, Viae lacrimales.

Ist die Tränenflüssigkeit in den Conjunctivalsack gelangt, dann wird sie durch den Lidschlag über die ganze Vorderfläche des Bulbus hin verbreitet und fließt dann an der medialen Seite aus ihm in die Nase ab.

Die Tränenwege beginnen an der medialen Ecke der beiden Lider, da wo der Lidrand in den Tränensee umbiegt, mit nadelstichähnlichen Öffnungen, den Tränenpunkten, Puncta lacrimalia; sie bilden das mediale Ende der inneren Kante des Lidrandes (*138*). Die kraterartigen Öffnungen stehen auf kleinen, flach kegelförmigen Erhöhungen, den Tränenpapillen, Papillae lacrimales[1]). Man sieht dieselben an einem geöffneten Auge von vorn her nicht, da sie sich nach dem Inneren des Conjunctivalsackes wenden, wo sie in die daselbst befindliche Tränenflüssigkeit eintauchen. Bei geschlossenem Auge liegt die untere Tränenpapille an der lateralen Seite der oberen, welche ihrerseits dicht an die Carunkel des Augenwinkels angrenzt (*139*).

Die Tränenröhrchen, Ductus lacrimales[2]), welche von den Tränenpunkten ausgehen, laufen erst für etwa einen Millimeter vertikal in das Innere des Lides hinein. Dann biegen sie in einem stumpfen Winkel medianwärts um, wobei sie eine kleine Erweiterung, Ampulla ductus lacrimalis, zeigen. Von ihr aus gehen sie nun dicht unter der Haut des medialen Lidwinkels in der Umrandung des Tränensees medianwärts. Sie konvergieren mehr und mehr und münden, gedeckt von dem medialen Lidband, entweder gesondert oder mit einer gemeinsamen Öffnung in den Tränensack (*140*).

[1]) Tubercula lacrimalia.
[2]) Canaliculi lacrimales.

Die Tränenröhrchen münden in einen oben blind geschlossenen Schlauch, welcher sich von der Fossa sacci lacrimalis in der Gegend des medialen Augenhöhlenrandes durch den knöchernen Tränennasengang bis unter die untere Muschel der Nasenhöhle erstreckt. Der Schlauch zerfällt dadurch, daß sich sein oberster Teil nur mit der lateralen Wand an den Knochen anlehnt, im übrigen aber von Weichteilen umgeben ist, während der untere ringsum von knöchernen Wänden umschlossen wird, in zwei Teile, den Tränensack, Saccus lacrimalis, oben, und Tränengang, Canalis nasolacrimalis, unten.

Der Tränensack ruht in der Tränensackgrube und wird vom Ligamentum palpebrale mediale gedeckt, welches sich als Sehnenbogen zwischen den beiden Cristae lacrimales hinspannt. Mit dem vorderen Schenkel des Bandes ist er fester verbunden, im übrigen ist er von ziemlich lockerem Gewebe umgeben. Sein blindes oberes Ende, Fundus sacci lacrimalis[1]), überragt den oberen Rand des Lidrandes meist nur wenig. Zwischen dem unteren Rand des straff gespannten Lidbandes und dem Beginn des knöchernen Kanales bleibt ein Raum, woselbst der Tränensack einer kräftigen Bedeckung entbehrt (*140, 142*).

Der Tränennasengang, Canalis nasolacrimalis[2]) verläuft seitwärts und rückwärts. Seine seitliche Abweichung aus der Vertikalen läßt sich leicht in der Art ermitteln, daß man eine gerade Sonde unten an die Basis des Nasenflügels, oben an die Mitte des Lidrandes anlegt (Arlt). Die Abweichung nach hinten kann man feststellen, wenn man den medialen Lidwinkel mit der Grenze zwischen zweitem Prämolarzahn und erstem Molarzahn durch eine Linie miteinander verbindet.

Das Lumen des häutigen Tränenschlauches ist spaltförmig und erheblich kleiner als das des knöchernen, indem beide durch einen Venenplexus voneinander getrennt werden (*143*). Die nasale Mündung findet man im vorderen Teil des unteren Nasenganges, 30—35 mm hinter dem hinteren Umfang des Nasenloches (4. Abt. S. 14, Atl. Fig. 11). Sie ist von individuell sehr verschiedener Form, in der Mehrzahl der Fälle aber stellt sie sich als ein unscheinbarer ovaler Schlitz dar. Da das letzte Ende des Kanales schräg medianwärts durch die Nasenschleimhaut verläuft, wird es bis zur Öffnung von einer klappenartigen Schleimhautfalte, Plica lacrimalis Hasneri, gedeckt. Öfters setzt sich die Mündung in eine seichte Furche der Nasenschleimhaut fort.

Bau der Tränenwege. Die Tränenröhrchen sind von einem geschichteten Plattenepithel ausgekleidet, welches sich von den Lidern her in sie hinein fortsetzt. Die Propria enthält zahlreiche elastische Fasern und Gefäße. Die Röhrchen sind von Fasern des M. orbicularis palpebrarum begleitet; dieselben laufen longitudinal an ihrer Wand hin, in den Tränenpapillen aber bilden sie Schleifen, welche sich zu einem Sphincter zusammenschließen.

Das Epithel des Tränenschlauches ist ein geschichtetes Flimmerepithel, welches von der Nase her in ihn aufsteigt. In den unteren Teilen des Schlauches sind auch die Flimmercilien noch erhalten, im Tränensack fehlen sie. Die Propria besitzt einen adenoiden Charakter, sie wird vom Periost durch das erwähnte Venengeflecht getrennt.

Die Ableitung der Tränen aus dem Conjunctivalsack in die Nase geschieht durch den Lidschlag. Die leichte Zusammenziehung des M. palpebralis, durch welche er ausgeführt wird, wirkt in der Art, daß der Muskel am medialen Lidband zieht und dadurch das spaltförmige Lumen des mit ihm verbundenen Tränensackes erweitert.

[1]) Fornix sacci lacrimalis.

[2]) Ductus nasolacrimalis. Ductus nasalis.

In diesen erweiterten Raum wird der Inhalt der Tränenröhrchen ausgepreßt, indem die Muskelfasern in ihrer Umgebung durch ihre Kontraktion auf ihn drücken. Zu gleicher Zeit werden die Tränenpunkte durch ihren Sphincter geschlossen, so daß aus dem Conjunctivalsack keine Flüssigkeit nachströmen kann. Die Tränenröhrchen sind somit jetzt leer, der Tränensack ist gefüllt. Läßt die Kontraktion des Orbicularis nach, dann tritt natürlich das umgekehrte Verhalten ein. Der Tränennasenkanal dürfte durch die Inspirationsbewegungen entleert werden.

Die Gefäße der Tränenwege sind keine ihnen eigentümlichen, sie werden von denen der Umgebung geliefert. Daß der Tränenschlauch von einem venösen Plexus umgeben ist, wurde bereits oben bemerkt. Derselbe ist besonders am unteren Ende des Kanals stark ausgebildet, er steht mit dem Plexus der unteren Nasenmuschel in unmittelbarem Zusammenhang.

Die Nerven für den Tränensack werden vom N. infraorbitalis abgegeben, der Tränennasenkanal wird von den Nn. alveolares anteriores und dem N. ethmoidalis versorgt.

In höherem Alter verlängern sich zuweilen die Tränenpapillen zapfenartig.

Varietäten. Die Tränenpapillen differieren nach Form und Größe erheblich. Die Tränenpunkte sitzen nicht immer auf der Spitze der Papillen. Die Tränenpunkte können kongenital verdoppelt sein, sie können auch fehlen, ebenso wie die Tränenröhrchen im ganzen. Schnürt sich die Anlage des Ductus nasolacrimalis nicht vollständig vom Epithel der Gesichtshaut ab, dann entsteht eine angeborene Tränenfistel (Ask 1908). Ein vollständiger Mangel der Tränenwege ist beobachtet worden. Von einer großen Reihe von Untersuchern wurden Klappen des Tränenschlauches beschrieben: an der Einmündung der Tränenröhrchen in den Tränensack (Rosenmüllersche Klappe), an der Stelle, an welcher der Tränensack in den Tränennasengang übergeht (Béraudsche oder Krausesche Klappe), und an verschiedenen anderen Stellen. Sie sind wohl praktisch ohne Bedeutung.

Praktische Bemerkungen. Eine Behinderung im Abfluß der Tränen verursacht Tränenträufeln, Epiphora. Dasselbe kann verschiedene Gründe haben. Taucht ein Tränenpunkt oder tauchen beide nicht in den Tränensee ein, dann können sie die im Conjunctivalsack befindliche Tränenflüssigkeit nicht mehr aufnehmen, sie fließt also über den Lidrand nach der Wange ab. Strikturen im Tränennasengang oder Verschließung seiner Nasenöffnung durch Erkrankungen der Nase haben den gleichen Erfolg. Bakterielle Erkrankungen der Tränenröhrchen und des Tränensackes sind leicht erklärlich, da die im Conjunctivalsack befindliche Tränenflüssigkeit Mikroorganismen aus der umgebenden Luft sehr leicht aufnehmen kann. Schlitzt der Arzt bei seinen therapeutischen Maßnahmen ein Tränenröhrchen, dann muß er darauf Bedacht nehmen, die Wunde so anzulegen, daß sie dem Bulbus anliegt, damit die Tränenflüssigkeit ungehindert in die Öffnung einfließen kann. Will man den Tränensack operativ erreichen, dann findet man ihn leicht, da man an dem medialen Augenwinkel und dem medialen Lidrand die sichersten Wegweiser hat. Eine Wegnahme des ganzen Tränensackes und damit ein Verschluß des Tränenschlauches bewirkt natürlich Tränenträufeln, doch ist dasselbe bei sonst normalen Verhältnissen nicht allzu störend.

---

# III. Nervenlehre.[1]

## Allgemeines.

Unter den Systemen und Organen der lebenden Wesen nimmt das Nervensystem insoferne eine eigenartige Stellung ein, als es den Pflanzen fehlt und nur den Tieren zukommt. Man bezeichnet es deshalb als animalisches System im Gegensatz zu den vegetativen Organen, welche der Erhaltung des Individuums und der Art

[1]) Die Darstellung schließt sich mehrfach wörtlich an M. H. an.

dienen und die alle Lebewesen, ob Tier oder Pflanze, besitzen müssen. Seine animalischen Funktionen bedingen es, daß die Tiere weit über den Pflanzen stehen und in der Tierreihe selbst beobachtet man, daß mit der höheren Stellung der Stämme die Ausbildung des Nervensystems sich immer weiter vervollkommnet. Da der Mensch das am feinsten ausgearbeitete Nervensystem besitzt, steht er unter allen Geschöpfen am höchsten. Es durchdringt und beherrscht die gesamte Organisation des Körpers und man kann sagen, daß ein Organ um so feiner funktioniert, je mehr Nerven es enthält.

Das Nervensystem hat die von außen her kommenden Eindrücke und Reize durch Vermittelung der Sinnesorgane aufzunehmen, es hat die inneren Zustände des eigenen Körpers zu überwachen, es hat die Tätigkeiten einzuleiten, welche die Reaktionen auf die gesetzten Reize darstellen und welche in Bewegung, Sekretion, Anregung des Stoffwechsels bestehen, es hat endlich die höheren Funktionen auszuüben, welche in einer Verknüpfung der gewonnenen Eindrücke untereinander und dem Ableiten der daraus zu folgernden Erfahrungen bestehen. Diese letztere Tätigkeit umfaßt die so überaus hochstehenden Vorgänge, welche wir als Vorstellung, Wille, Bewußtsein und als Denken schlechtweg bezeichnen.

Das Nervensystem zerfällt in ein Zentralnervensystem oder Zentralorgan und in die peripherischen Nerven. Die Leitungen, welche von den Sinnesorganen kommen, sind die zentripetalen Nerven, sie führen die Erregung dem Zentralorgan zu. Von diesem gehen umgekehrt die zentrifugalen Nerven aus, die Leitungen, welche zu den Muskeln, Drüsen und anderen Organen gelangen und sie zu ihrer Tätigkeit veranlassen. Die Vorrichtungen, welche zur Ausübung der höheren Funktionen dienen, befinden sich lediglich im Zentralorgan, wo sie den einen Teil mit dem anderen verbinden (Assoziationssysteme).

Was den histologischen Bau des Nervensystems anlangt, so ist darüber in der ersten Abteilung (S. 79ff.) berichtet worden, es sei hier nur nochmals hervorgehoben, daß es sich aus Neuronen zusammensetzt, also aus Nerven- oder Ganglienzellen mit ihren sämtlichen Fortsätzen, welch letztere das eine Mal spärlich, das andere Mal sehr reichlich, das eine Mal nur kurz, das andere Mal sehr lang sein können. Wahrscheinlich ist es, daß die Neurone nicht kontinuierlich miteinander zusammenhängen, sondern daß die Übertragung der Leitung von einem Neuron auf das andere lediglich durch Kontakt geschieht. Die feinsten Verzweigungen der Endbäumchen einer Ganglienzelle legen sich mit ihren Enden an den Körper und die Fortsätze anderer, vielleicht vieler anderer an und werden mit ihnen verlötet. Die Kombinationen, welche sich dabei ergeben, sind unendlich viele, ebenso natürlich auch die physiologischen Wirkungen, welche in einer Umordnung der Erregung und Weiterleitung derselben in neuer Kombination bestehen.

## Aufbau des Nervensystems im allgemeinen.

Zentralorgan. Schon bei niederen Tierformen (Würmer) findet man ganz die gleichen Bauelemente des Nervensystems wie beim Menschen, auch deren histologische Beschaffenheit ist im ganzen die gleiche, ihre Verbindung aber ist noch eine ziemlich lockere. Je höher man in der Reihe aufsteigt, um so größer wird die Masse der als Zentralorgan funktionierenden Teile des Nervensystems, in um so engeren Verband treten sie. Bei den Wirbeltieren endlich sehen wir die in sich geschlossene Organisation vor uns, welche auch dem Menschen zukommt.

Das Zentralnervensystem zerfällt nach seinem Bau sowohl, wie nach seiner physiologischen Funktion in mehrere übereinander liegende Abschnitte und es sind

besonders zwei Hauptabteilungen, welche sogleich in die Augen fallen, das zylindrisch gestaltete Rückenmark, Medulla spinalis, welches im Wirbelkanal gelegen ist, und das blasig aufgetriebene Gehirn, Encephalon, welches in der Schädelhöhle seinen Platz hat.

In dem Zentralorgan findet man die markhaltigen Nervenfasern zu großen Bahnen zusammengefaßt. Außer den parallel verlaufenden Markfasern und den alles durchdringenden Blutgefäßen enthalten diese Bahnen noch Gliazellen. Die Anwesenheit des Nervenmarkes der einzelnen Fasern bedingt eine weiße Farbe dieser Teile des Zentralorgans und man nennt sie deshalb schlechtweg die weiße Substanz. Diejenigen Abteilungen des Zentralorgans, welche die Ganglienzellen beherbergen, enthalten außer ihnen auch zahlreiche mehr oder weniger unregelmäßig und verfilzt verlaufende Nervenfasern, sowie eine Masse nicht ganz klarer Herkunft und Bedeutung, welche je nach der Behandlung bald feinkörnig, bald mehr schwammig erscheint (gelatinöse Substanz). Neurogliazellen und -Fasern fehlen nicht. Die hier vorkommenden Nervenfasern spielen ihrer unregelmäßigen und wenig kompakten Lagerung wegen keine ins Gewicht fallende Rolle für das makroskopische Aussehen. Dieses wird vielmehr von den Zellen und den feinkörnigen Massen bedingt, woher die Bezeichnung graue Substanz, welche nach dem Gesagten in den einzelnen Gegenden weit verschiedener zusammengesetzt sein kann, wie die weiße Substanz, auch ist ihr Farbenton keineswegs überall der gleiche.

## Peripherische Ganglien und Nerven.

Auch beim Menschen ist die Organisation des Zentralorgans nicht so vollständig in sich geschlossen, daß nicht doch Gruppen von Ganglienzellen aus ihm herausträten, welche sich mehr oder minder weit von ihm entfernt in die peripherischen Nerven einlagern, Nervenknoten, Ganglia. Sie lassen sich in vier Gruppen einteilen: 1. Ganglien der Gehirnnerven, in deren Verlauf eingeschaltet; sie gehören den sensiblen Wurzeln derselben an. 2. Spinalganglien; sie sind den hinteren, also ebenfalls den sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven eigen. 3. Ganglien des Grenzstranges des Sympathicus, an den Stellen, an welchen der Grenzstrang kommunizierende Äste von Gehirn und Rückenmark aufnimmt. 4. Peripherische Ganglien, meist solche, welche in die vom Grenzstrang ausstrahlenden Äste und Geflechte eingelagert sind. Der zahlreichen Zellen wegen, welche die Ganglien enthalten, sind sie von grauer Farbe.

Die peripheren Nerven zerfallen in zwei Gruppen, die cerebrospinalen und die sympathischen Nerven. Von den cerebrospinalen Nerven treten die einen, es sind vorzugsweise die am Kopf sich verbreitenden, direkt aus der unteren Fläche des Gehirnes selbst aus, man nennt sie deshalb Gehirnnerven, Nervi cerebrales. Unter ihnen befinden sich die Nerven der höheren Sinnesorgane. Neben einem fast ganz sensiblen Nerven trifft man mehrere rein motorische und auch gemischte. Die anderen, die zum Rumpf und den Extremitäten gehen, kommen aus dem Rückenmark, es sind dies die Rückenmarksnerven, Nervi spinales. Sie sind fast sämtlich gemischte Nerven, das heißt sie enthalten sowohl zentrifugal, wie zentripetal leitende Fasern. In einem gewissen Gegensatz zu diesen Nerven stehen die sympathischen oder Eingeweidenerven, Nervi sympathici, welche im wesentlichen der unwillkürlichen Muskulatur, wo sie auch vorkommt, zu dienen haben, indem sie dieselben entweder zur Kontraktion anregen oder zur Erschlaffung bringen. Sammelpunkt des

sympathischen Systems ist eine Ganglienkette, der Grenzstrang, Truncus sympathicus, welcher in der Tiefe des Halses, an der Rückwand der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle zu beiden Seiten der Wirbelkörper herabzieht, Zweige einerseits mit den Cerebrospinalnerven austauscht und andererseits zu den Eingeweiden und Gefäßen sendet. Die Bahnen des Sympathicus werden von zahlreichen Fasern der Cerebrospinalnerven benützt, um in die Peripherie zu gelangen; außerdem sind aber seine Ganglien auch die Ursprungsstätte der besonderen, ihm allein zugehörigen Fasern, welche wieder ihrerseits die Verbindungszweige mit dem Zentralorgan benutzen, um diesem zahlreiche Fasern zuzusenden. Enthalten die sympathischen Nerven eine größere Zahl von Markfasern, dann sehen sie weiß aus, überwiegen die marklosen Fasern, dann zeigen sie eine graue Farbe.

Es ist eine Eigentümlichkeit des Verlaufes aller Nervenfasern, daß sie häufig aus einem Bündel in ein anderes übergehen, worauf die Bildung der zahlreichen Anastomosen und Geflechte (Ansae und Plexus) der Nerven beruht. Feine Bündel, welche aus dem Zentralorgan austreten, vereinigen sich zunächst zu Stämmen, welche durch den gegenseitigen Faseraustausch selbst wieder die Bedeutung von Wurzeln der Geflechte erhalten, aus denen neue Geflechte hervorgehen. Diese zerfallen, indem sie sich allmählich in immer feinere Bündel, d. h. in Bündel von geringerer Faserzahl, spalten, in Äste und Zweige, bis sie sich endlich in der Substanz der Organe verlieren.

## Verfolgung der Nervenbahnen.

Aus dem Bau des Nervensystems erwächst der anatomischen Beschreibung der Nerven die Aufgabe, jede Faser oder doch jedes Bündel gleichartiger Fasern auf seinem Lauf vom Zentralorgan zur Peripherie zu verfolgen. Dieser Aufgabe zu genügen, ist die anatomische Technik für sich allein nicht fähig. Die Fasern sind zu fein und zu sehr verflochten, um sie zu isolieren und auf längere Strecken im Auge zu behalten. Auch fehlt es an anatomischen Kennzeichen, um Fasern verschiedener Funktion voneinander unterscheiden zu können. Diese Unterscheidung steht allein dem physiologischen Versuche zu. Ihm verdanken wir den Nachweis, daß in den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven die sensiblen, in den vorderen die motorischen Fasern enthalten sind. Reizung der einen oder anderen Wurzel bewirkt entweder Muskelkontraktion oder Schmerz; Trennung der einen oder anderen hebt für einen bestimmten Bezirk entweder die Fähigkeit zu willkürlicher Bewegung oder zur Empfindung auf. Und so ist die Anatomie sogar für die rein topographische Seite ihrer Forschung auf die Unterstützung angewiesen, welche die Physiologie ihr gewährt. Um zu erfahren, wie die Wurzel eines Plexus ihre Fasern an die aus dem Plexus hervorgehenden Äste verteilt, muß man die Wurzel reizen oder durchschneiden und die Äste aufsuchen, in deren Bezirk der Erfolg der Operation sich geltend macht.

Mit einigen Modifikationen lassen sich dieselben Mittel benutzen, um den Verlauf der Fasern im Innern des Zentralorganes zu verfolgen. Doch häufen sich hier die Schwierigkeiten bei jedem Schritt, um so mehr als das menschliche Gehirn in seiner Organisation so beträchtlich über dem der übrigen Säuger steht, daß an diesem angestellte Versuche nur mit großer Vorsicht auf jenes übertragen werden dürfen. Man ist daher in Hinsicht auf die Beobachtung am Lebenden auf das genaue Studium pathologischer Fälle angewiesen. Die anatomische Untersuchung der Degenerationserscheinungen, welche intra vitam genau beobachtete Fälle bieten, hat wichtige Resultate gegeben. Die Erforschung wird auf das Wirksamste unterstützt durch die Beobachtung,

daß die bei ihrer ersten Entwickelung marklosen Nervenfasern des Zentralorganes sich streng nach der Ausbildung der physiologischen Bahnen mit Mark umkleiden (Flechsig 1876), wodurch die Verfolgung vieler derselben gelingt. Eine von Weigert angegebene Färbung der Markscheiden der Nerven erlaubt überdies eine Verfolgung selbst isoliert verlaufender Fasern, was ebenfalls einer Erkenntnis ungemein förderlich gewesen ist. Nimmt man alles zusammen, was diese Untersuchungsmethoden ergeben, dann ist das Bild, welches wir uns von den großen Bahnen der Nerven machen können, immerhin bereits ein ziemlich gutes.

Schon die Erfahrungen des gemeinen Lebens haben zu der Erkenntnis geführt, daß bewußte Empfindungen und willkürliche Bewegungen nur so lange zustande kommen, als der Kopf mit den übrigen Körperteilen zusammenhängt. Das physiologische Experiment hat im Laufe der Zeit diese trivialen Tatsachen dahin präzisiert, daß der Inhalt der Schädelhöhle, das Gehirn, es ist, welches den Übergang peripherischer Eindrücke in das Bewußtsein, den Übergang des Entschlusses zur Bewegung auf die die Bewegung vollziehenden Organe vermittelt, und daß durch die Nerven die Verbindung zwischen dem Gehirn und den äußeren Körperteilen, Sinnesapparaten und Muskeln, hergestellt wird. Es müssen also alle Nerven in letzter Linie in das Gehirn gelangen, um demselben Erregungen mitzuteilen oder Erregungen von ihm zu empfangen. Die Nerven selbst und deren äußere Endigungen kennen wir nur als Leiter (Konduktoren) der Erregung.

Das Vordringen der Nerven zu den obersten Teilen des Gehirnes geschieht entweder direkt oder durch Vermittelung von eigentümlichen leitenden Fasern des Zentralorganes, wobei die Möglichkeit, daß eine Anzahl peripherischer Fasern durch je eine zentrale repräsentiert wird, nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern sogar wahrscheinlich ist. Im Zentrum geschieht dann, wie schon erwähnt, die Übertragung der Erregung von einer Faser auf andere. Wird durch eine Verletzung des Rückenmarks der Zusammenhang desselben mit dem Gehirn aufgehoben, dann ist auch der Zusammenhang der unterhalb der Verletzung eintretenden Nerven mit Bewußtsein und Willen aufgehoben, sie erweisen sich aber den Reizen der Reflextätigkeit (s. unten) gegenüber unverändert.

Bestimmten und begrenzten Anhäufungen der grauen Substanz ist das Vermögen zuzuschreiben, Gruppen von Nerven, wie die Nerven der Atemmuskeln, des Herzens, der Bewegungsorgane u. a. zu geordneter Tätigkeit zu vereinigen. Man nennt diese Anhäufungen Zentren. Zerstörung der Zentren hebt die regel- und zweckmäßige Koordination auf, während die Reizbarkeit aller einzelnen Nerven sich erhalten kann. (M. H.)

# Nervöse Zentralorgane.

## Zentralnervensystem. Systema nervorum centrale.

Die Entwickelung des Zentralnervensystems wurde in der ersten Abteilung S. 149, 154, 155, 162, 173, 180, 196, 221 geschildert. Hier soll nur noch einmal auf einige der bemerkenswertesten Punkte aufmerksam gemacht werden.

1. Das Zentralnervensystem ist, nachdem es angelegt ist, ein vollkommen geschlossenes Rohr. Das Lumen des Rohres ist im Rückenmark enge und in seiner ganzen Länge ziemlich gleich weit (Zentralkanal), im Gehirn dehnt es sich aus und ist von verschiedener Weite (System der Ventrikel).

2. Gleich von Anfang an ist der Hirnteil des Zentralnervensystems aufgetrieben. Er läßt sich in drei hintereinander gelegene Bläschen teilen, von welchen das erste und dritte in der Folge wieder in zwei zerfallen, so daß dann ihrer fünf vorhanden sind. Eine Einschnürung, Isthmus, zwischen drittem und viertem Bläschen gewinnt eine gewisse Bedeutung. Was aus den fünf Gehirnbläschen später wird, findet man auf S. 174 der ersten Abteilung verzeichnet.

3. Das Medullarrohr erfährt in seinem Gehirnteil eine Abknickung, indem sich die Gehirnanlage um das vordere Ende der Chorda dorsalis ventralwärts krümmt.

4. Die Wand des Medullarrohres ist im Anfang ringsum von gleichmäßiger Stärke. Dies ändert sich in der Folge in der Art, daß sie sich an der einen Stelle verdickt, an der anderen verdünnt.

Rückenmark und Gehirn gehen ohne schärfere Grenze in der Gegend des ersten Halswirbels ineinander über. Sie füllen die Höhle, in welcher sie liegen, nicht vollständig aus, sondern sind von einer Flüssigkeit, Liquor cerebrospinalis, umgeben, welche in einem weitmaschigen Bindegewebsnetz zwischen Membranen enthalten ist, von denen die innerste, die Gefäßhaut, mit der Oberfläche des Zentralorgans verwachsen ist und gefäßhaltige Fortsätze in dessen Inneres hineinsendet.

Das Zentralorgan läßt teilweise eine den Körpersegmenten entsprechende Anlage erkennen und ist in seiner ganzen Ausdehnung symmetrisch gebaut. Über die Mittellinie hinweg sind die beiden Seitenhälften durch unpaarige mediane Verbindungen, Kommissuren, in Zusammenhang gesetzt; in ihnen verlaufen Fasern, welche von der einen auf die andere Körperseite gelangen. Sie stellen ein höchst wichtiges Bauelement dar, wie es aus dem Folgenden erhellen wird.

## A. Rückenmark, Medulla spinalis.

Das Rückenmark ist ein rundlicher Strang, an welchem man einen segmentalen Bau entsprechend den aus- und eintretenden segmentalen Nervenwurzeln anzunehmen hat; dieser Bau ist aber in hohem Grad verwischt. Im Innern sind zwar die Zellen im Zusammenhang mit den austretenden Wurzeln von Strecke zu Strecke stärker angehäuft, ohne jedoch in den Zwischenräumen zu verschwinden und außerdem sorgen die zahlreichen Nervenfasern, welche sich über die Segmente hinziehen und sie miteinander verbinden, dafür, daß der ursprüngliche Bau verdeckt wird.

Nach den topographischen Lagen kann man ein Halsmark, Brustmark und Lendenmark, Pars cervicalis, thoracalis und lumbalis unterscheiden. Es beginnt oben in der Höhe des oberen Umfanges des Atlas und endet in seinem funktionierenden Teil in der Höhe der Grenze des ersten und zweiten Lendenwirbels. Im Bereich der unteren Halswirbel findet man eine Anschwellung, Intumescentia cervicalis, im Bereich der unteren Brustwirbel eine zweite, Intumescentia lumbalis (*144*). Beide Anschwellungen entstehen dadurch, daß an ihrer Stelle die starken Extremitätennerven in das Rückenmark eintreten und dasselbe verlassen, wodurch die Substanz des Organs verdickt wird. Die Lendenanschwellung geht in die kegelförmige Spitze des Rückenmarkes, Conus medullaris, über (*145*), welche dem unteren Rand des ersten Lendenwirbels gegenüber liegt. Bis zu ihm reichen die Ursprünge der Rückenmarksnerven herab. Von ihm aus verjüngt sich das Rückenmark rasch zu einem dünnen nur einen Millimeter starken Endfaden, Filum terminale, welcher bis zum zweiten Steißwirbel herabläuft, an dessen hinterer Fläche er sich festheftet (*145*). Nur in seinem obersten Teil enthält er noch Nervensubstanz, im übrigen besteht er nur aus einer Fort-

setzung der bindegewebigen Hülle des Rückenmarkes. Bei der Kürze des funktionierenden Rückenmarkes der Wirbelsäule gegenüber liegen die Austrittsstellen der Nervenwurzeln aus dem Zentralorgan näher zusammen, als die Eintrittsstellen in die Zwischenwirbellöcher. Je weiter kaudal die Wurzeln entspringen, einen um so längeren Weg haben sie also bis zu ihrem Austritt aus dem Wirbelkanal zurückzulegen; die Wurzeln der Lumbal- und Sakralnerven verlaufen fast vertikal durch denselben herab und umgeben den Endfaden in Form eines Büschels von Nervenfäden, welches man als Pferdeschweif, Cauda equina, bezeichnet (*149*).

Die Betrachtung der äußeren Oberfläche des Rückenmarkes zeigt auf der vorderen und auf der hinteren Seite je eine in der Mittellinie herablaufende Spalte; die vordere, Fissura mediana anterior (*146*) ist breiter und schneidet weniger tief in die Substanz des Rückenmarkes ein, sie wird von einem Fortsatz der Gefäßhaut ausgefüllt. Die hintere Spalte, Sulcus medianus posterior (*147*), ist schmal und erscheint auf dem Querschnitt linear; sie senkt sich tiefer ein und enthält nur wenig Bindegewebe. Stellenweise fehlt dieselbe sogar ganz und es bleibt nur ein Neurogliastreifen zurück, in seltenen Fällen fehlt selbst dieser, so daß eine scharfe Grenze zwischen beiden Seiten des Organs ganz vermißt wird. (Vergl. *151—153.*)

Die planen Flächen, welche die beiden Seitenhälften des Rückenmarkes einander zuwenden, werden zwischen dem hinteren Ende der Fissura mediana anterior und dem vorderen des Sulcus medianus posterior durch Kommissuren, Commissurae, miteinander verbunden, aus dem konvexen Umfang jeder Hälfte treten die Wurzelfäden, Fila radicularia, aus; dieselben stehen in je zwei kontinuierlichen Längsreihen. Fünf bis zehn von ihnen strahlen jedesmal zusammen und werden beim Durchtritt durch die harte Rückenmarkshaut zu einem einfachen Strang, der Nervenwurzel, Radix nervi, zusammengefaßt (*146, 147*). Die hinteren Wurzeln sind sensibel; sie setzen sich aus stärkeren zylindrischen Wurzelfäden zusammen, die vorderen sind motorisch, sie bestehen aus feineren und zahlreicheren, mehr platten Wurzelfäden. Ausgerissen hinterlassen die Wurzeln Reihen von Löchern und Spältchen, welche als vordere und hintere Seitenfurche, Sulcus lateralis anterior und posterior bezeichnet werden (*144*). Die Reihe der Nervenwurzeln dient dazu, jede Rückenmarkshälfte in drei Stränge zu scheiden, einen Vorderstrang, Funiculus anterior, einen Seitenstrang, Funiculus lateralis, und einen Hinterstrang, Funiculus posterior. Der obere Teil des Hinterstranges wird durch eine Furche, Sulcus intermedius posterior noch weiter in den zarten Strang[1]), Fasciculus gracilis, zunächst der Mittellinie und den Keilstrang, Fasciculus cuneatus[2]), lateral von dem ersteren geteilt (*144*).

Bau des Rückenmarkes. Betrachtet man einen Querschnitt des Rückenmarks, dann findet man als den Mittelpunkt, von welchem man auszugehen hat, den Zentralkanal, Canalis centralis, welcher allerdings nicht im mathematischen Zentrum, sondern etwas weiter ventral liegt (*151*). Er ist von kreisrundem oder elliptischem Querschnitt und besitzt einen Durchmesser von etwa 0,1 mm. Im unteren Ende des Conus medullaris erweitert er sich zu einem bis 1 mm breiten Ventriculus terminalis und endet schließlich blind im Anfang des Endfadens. Seine Ependymauskleidung wird von zylindrischen Zellen gebildet, welche an ihrer freien Oberfläche einen Cilienbesatz tragen; derselbe schwindet jedoch schon in früher Jugend. Von ihrem basalen

[1]) Gollscher Strang.
[2]) Burdachscher Strang.

Ende senden die Ependymzellen je einen langen Faserfortsatz in die Substanz des Rückenmarkes hinein. Beim erwachsenen Menschen wird das Lumen des Zentralkanales häufig vermißt und seine stets kenntliche Stelle von einem Strang rundlicher Zellen eingenommen, in welche sich die Ependymzellen verwandelt haben.

Der Zentralkanal wird von einer Schichte gelatinöser Substanz umgeben, Substantia gelatinosa centralis[1]), an welche sich die Kommissur zur Verbindung der beiden Rückenmarkshälften anschließt (*153*). Diese wird durch die Frontalebene des Zentralkanals in eine hintere und vordere Kommissur, Commissura posterior und anterior geteilt (*151*). Die hintere Kommissur ist grau und enthält nur wenige feine Nervenfasern, die vordere Kommissur teilt sich in zwei Abteilungen; die dem Zentralkanal zunächst gelegene ist ebenfalls grau, Commissura anterior grisea, die an die Medianfissur angrenzende besteht aus markhaltigen sich kreuzenden Nervenfasern, weshalb sie weiß erscheint, Commissura anterior alba. Die Form der weißen Kommissur ist verschieden, je nachdem sie beim Übergang in die Seitenteile von mehr oder minder zahlreichen longitudinalen Faserbündeln durchsetzt wird; ihre Mächtigkeit ist überall der Stärke der Nervenwurzeln proportional, sie zeigt sich also am stärksten in der Cervical- und Lumbalanschwellung, wo die weiße Kommissur die graue an Mächtigkeit übertrifft; im übrigen ist diese doppelt so breit wie jene.

Graue Substanz. Die beiden Seitenhälften des Rückenmarkes haben sich während der Entwickelung zu mächtigen Anschwellungen umgewandelt, während der Mittelteil im Wachstum zurückgeblieben ist. Im ausgebildeten Organ sieht man daher, daß sich die grauen Massen von den Kommissuren aus nach beiden Seiten hin zu starken Säulen ausbreiten, welche von einem Mantel weißer Substanz umgeben werden. Durch eine Einbiegung der lateralen Fläche wird jede Säule unvollkommen in einen vorderen und hinteren Teil getrennt, die Vordersäule, Columna anterior und Hintersäule, Columna posterior (*151*). Den Querschnitt der grauen Substanz des Rückenmarkes im ganzen vergleicht man gern mit der Gestalt eines Schmetterlings oder mit der Figur eines H; von diesem Querschnittsbild ist auch die vielgebrauchte Bezeichnung Vorderhorn, Cornu anterius und Hinterhorn, Cornu posterius, statt Vordersäule und Hintersäule hergenommen. Die Vordersäule ist gedrungener und an ihrem freien Ende abgerundet, im übrigen aber je nach der Gegend verschieden geformt, die Hintersäule ist schlanker, zugespitzt und von gleichmäßigerer Gestalt (*151—159*). Bei ihrem Abgang von der grauen Zentralmasse ist die Hintersäule etwas eingeschnürt, Cervix columnae posterioris, was besonders auf Querschnitten des Hals- und Lendenmarkes deutlich ist. Nach hinten spitzt sich das Hinterhorn zum Apex columnae posterioris zu, welches sich weiter als das Vorderhorn bis nahe an die Oberfläche des Rückenmarkes erstreckt. Die Spitze des Hinterhornes wird von der Substantia gelatinosa posterior (Rolandi) bedeckt, welche sich auf Querschnitten durch ihre glasige Beschaffenheit scharf gegen die Umgebung abhebt (*162*). Auf sie folgt nach außen die schwammig gebaute Zona spongiosa und an diese schließt sich wieder die Randzone, Zona terminalis, an, welche die Oberfläche des Rückenmarkes erreicht. Die beiden letzteren Zonen bilden Mittelglieder zwischen weißer und grauer Substanz.

Als Seitensäule, Columna lateralis oder Seitenhorn bezeichnet man eine auf dem Querschnitt spitz auf der Seite des Vorderhornes vorspringende Zacke (*152*). Sie tritt im Dorsalmark und in den angrenzenden Teilen des Hals- und Lendenmarkes besonders deutlich hervor. Nach oben läßt sie sich bis zum verlängerten Mark hin nachweisen, in der Lumbalanschwellung verschwindet sie vollständig.

[1]) Substantia grisea centralis.

Im Halsmark und noch weiter abwärts dringen von der Seite her hinter dem Seitenhorn Faserzüge des weißen Markmantels in die graue vor und zersprengen sie, wodurch ein Querschnittsbild entsteht, welches wie ein Netz erscheint, daher der Name Formatio reticularis (*154*)[1]).

An der medialen Seite des Abganges der Hintersäule von der Substantia grisea centralis findet man eine auf dem Durchschnitt rundliche Zellsäule, die Columna vesicularis[2]), welche im Dorsalmark vom Ende der Cervicalanschwellung bis zum Anfang der Lumbalanschwellung nachweisbar ist (*152*).

Die graue Substanz des Rückenmarkes besteht aus Nervenzellen und Nervenfasern, welche durch eine reichliche Menge von Neuroglia zusammengehalten werden.

Die Nervenzellen lassen wie oben erwähnt (S. 109) insoferne eine segmentale Anordnung erkennen, als sich ihre Zahl in Zusammenhang mit den austretenden Nervenwurzeln, besonders in den Vordersäulen, von Strecke zu Strecke vermehrt zeigt, ohne daß sie freilich in den Zwischenräumen verschwinden. Die Zellen des Vorderhornes sind groß und mit zahlreichen dendritisch verzweigten Fortsätzen versehen. Man kann sie in eine mediale kleinere und eine laterale größere Gruppe trennen. Ihre Neuriten lassen sich direkt in die vorderen Wurzeln verfolgen, in welchen sie als die motorischen Nervenfasern in die Peripherie gelangen. Neben der Columna vesicularis findet man eine Gruppe, welche als Mittelzellen (Waldeyer 1889) bezeichnet werden. Die Zellen des Hinterhornes sind klein, man kann sie mit Waldeyer (1889) als basal, zentral und marginal stehende unterscheiden. Mit den Fasern der hinteren, sensiblen, Wurzeln sind sie nicht in direktem Zusammenhang.

Die Zellen der Seitensäule erscheinen gestreckt, so daß man sie platt-spindelförmig nennen könnte.

Die Zellen in den vesiculären Säulen sind groß, in der Nähe des Kernes enthalten sie gewöhnlich ein Häufchen Pigment.

Die Nervenfasern, welche in der grauen Substanz enthalten sind, zeigen sich in Bündel zusammengefaßt oder sie verlaufen einzeln, und zwar in den verschiedensten Richtungen, weshalb sie auf dem Querschnitt den Eindruck eines unentwirrbaren Faserfilzes machen. Die Substantia gelatinosa Rolandi wird von zahlreichen Fasern durchsetzt, welche im wesentlichen eine horizontale Richtung einschlagen.

Weiße Substanz. Dieselbe umgibt die graue Substanz, abgesehen von deren Zusammenhang mit der Kommissur, allseitig mantelartig. Sie reicht bis an die Oberfläche des Organs heran, welch letztere von einem sehr dünnen, nur mikroskopisch sichtbaren Neurogliaüberzug umschlossen wird. Die von den grauen Säulen her austretenden Nervenwurzeln durchsetzen die weiße Substanz in querer Richtung und teilen dieselbe entsprechend den Abteilungen der Oberfläche auch im Innern unvollkommen in die drei erwähnten Stränge: Vorderstrang, Seitenstrang und Hinterstrang (*151—153*).

Der Markmantel besteht aus markhaltigen Nervenfasern von größtenteils vertikalem Verlauf. Auf Querschnitten des Organs findet man sie deshalb in überwiegender Menge quer durchschnitten. Die Fasern sind von sehr verschiedenem Kaliber, die stärksten liegen in den peripherischen Teilen der Vorderstränge, die feinsten in den zarten Strängen, im übrigen sind beide Arten gemischt. Horizontal oder schräg verlaufen in der weißen Substanz nur die erwähnten Wurzelbündel und ferner Fasern, welche die graue Substanz verlassen, um in die Stränge einzutreten, in welchen sie

[1]) Processus reticularis.

[2]) Nucleus dorsalis Clarkii, Stillingii. Tractus intermedio-lateralis. Clarke-sche Säule, Stillingsche Säule.

dann jedoch sogleich in den vertikalen Verlauf umbiegen, oder solche, welche umgekehrt aus der weißen Substanz in die graue gelangen.

Das Neurogliagerüst (1. Abt. S. 92) des Rückenmarks ist je nach den einzelnen Stellen verschieden ausgebildet. Die Substantia grisea centralis ist sehr reich an Astrocyten. Im Vorderhorn findet man ein Gewirr von Fasern, welche sowohl von kurzstrahligen, wie von langstrahligen Zellen ausgehen. Im Hinterhorn liegen Zellen und Fasern weniger dicht, auch in den vesikulären Säulen sind weniger Gliafasern vorhanden; in der Substantia gelatinosa (Rolandi) findet man sie besonders spärlich, in der Zona spongiosa bilden sie dagegen ein dichtes Geflecht. Im Grenzgebiet der grauen Substanz sind die Astrocyten pinselförmig gestaltet und mit einseitig abgehenden Ästen versehen. Die weiße Substanz ist ganz durchsetzt von langstrahligen Gliazellen; sie häufen sich an der Oberfläche und bilden daselbst einen dichten Faserfilz. Gegen die Pia ist diese Rindenschichte durch eine zarte Limitans abgeschlossen (Peridym, Lenhossék).

Das Bindegewebe tritt im Rückenmark ganz zurück, es begleitet nur die eintretenden Blutgefäße, und bildet in ihrem Gefolge Septa, welche die weiße Substanz in radiärer Richtung durchziehen. An der Oberfläche der Septen verdichtet sich die Neuroglia zu einer Art von Hülle.

### Wurzeln und Leitungsbahnen des Rückenmarks.

Die Funktion des Rückenmarkes besteht darin, die sensiblen Wurzeln von der Peripherie her aufzunehmen, die motorischen dorthin auszusenden, die Wurzeln unter sich in Verbindung zu setzen und den Zusammenhang mit den höheren Abteilungen des Zentralnervensystems herzustellen. Dabei ist in topographischer Hinsicht daran zu erinnern, daß die Nervenfasern, welche in vertikaler Richtung verlaufen, gleichviel welche Bedeutung sie haben, in der weißen Substanz untergebracht sind, daß die in anderer Richtung verlaufenden Fasern, abgesehen von den Wurzeln selbst, und die Nervenzellen in der grauen Substanz liegen.

Nach dem Gesagten hat man es also mit einer Tätigkeit des Organs zu tun, welche für die Arbeit des ganzen Körpers aller Wirbeltiere gleich unerläßlich ist. Es muß das Rückenmark daher auch bei allen im wesentlichen in gleicher Weise ausgebildet sein, während dies bei den höheren Provinzen des Zentralnervensystems keineswegs der Fall ist.

Die Funktionen des Organes und sein anatomischer Bau stehen natürlich in engster Wechselbeziehung. Die Hals- und Lendenanschwellung entsteht dadurch, daß die von ihnen ausgehenden starken Extremitätennerven ein größeres Volumen des Rückenmarks in diesen Gegenden bedingen. Am schlanksten ist das Rückenmark dort, wo es die dünnsten Nerven verlassen, also im Dorsalmark, welches die Nerven der Rumpfwand aussendet (*144*).

Da die Wurzeln durch den weißen Markmantel nur durchtreten, um die graue Substanz aufzusuchen, so wird auch diese letztere durch die Stärke der Wurzeln maßgebend beeinflußt, was besonders deutlich im Vorderhorn hervortritt, von dessen Zellen, wie bekannt, die vorderen Wurzeln ausgehen. Am schmächtigsten erscheint das Vorderhorn im Brustteil, dort sind auch die laterale und mediale Zellgruppe nur wenig scharf voneinander getrennt (*156*, *157*). Im Bereich der Halsanschwellung wölbt sich das Vorderhorn seitlich vor und verbreitert sich dadurch erheblich, besonders vergrößert sich die laterale Zellgruppe, sie wird durch eingeschobene Faserzüge sogar in mehrere Abteilungen gespalten (*155*). Vom oberen Ende der Halsanschwellung ab wird

das Vorderhorn wieder schmäler, bleibt aber immerhin noch breiter, wie im Dorsalmark, da die kräftigen Hals- und Nackenmuskeln noch eine nicht ganz geringe Anzahl motorischer Zellen und Fasern verlangen (*154*). In der Lendenanschwellung, welche die Nerven für die untere Extremität zu liefern hat, ist wie in der Halsanschwellung das Vorderhorn seitlich stark verbreitert und die laterale Zellgruppe ist ebenfalls in mehrere Teile zerspalten (*158*).

Das Hinterhorn steht mit den hinteren Wurzeln nicht in so unmittelbarer Verbindung, wie das Vorderhorn mit den vorderen, deshalb ist auch eine so beträchtliche Formverschiedenheit nach den einzelnen Gegenden wie dort, nicht wahrzunehmen. Die Zellen sind in allen Querschnitten des Hinterhornes ziemlich gleichmäßig über die Fläche zerstreut, doch sind sie im Dorsalmark spärlicher, in den Anschwellungen reichlicher vorhanden, das ganze Hinterhorn ist in dem ersteren sehr schlank und spitz, in den letzteren dagegen breiter und gedrungener. Im Conus terminalis, welcher fast nur noch sensible Nerven aufnimmt, während die motorischen ganz zurücktreten, ist der Unterschied der beiden Hörner zugunsten des Hinterhorns besonders augenfällig (*159*).

Der weiße Markmantel besteht zum größten Teil aus Fasern, welchen die Vermittelung zwischen den Spinalnerven und dem Gehirn obliegt, er ist deshalb in den unteren Teilen des Rückenmarkes nur dünn, da dort die absteigenden Fasern zum größten Teil schon abgegeben sind, die aufsteigenden erst von den unteren Nerven zuströmen. Je höher oben um so mehr Fasern kommen von allen Teilen des Rückenmarkes hinzu, um so dicker wird der Markmantel.

Wenden wir uns nun zu einer Verfolgung des Verlaufes der Nervenleitung, dann ist zu sagen, daß sich die beiden Wurzeln sehr verschieden verhalten. Die einfacheren sind die vorderen; ihre Fasern gehen ohne weitere Komplikation zumeist von den Zellen der gleichseitigen Vorderhörner aus in die Peripherie, nur verhältnismäßig wenige stammen von der Gegenseite und gelangen durch die vordere Kommissur an ihre Austrittsstelle. Die vielen und zum Teil komplizierten Verbindungen in der Nervenleitung herzustellen, ist Sache der sensiblen Wurzeln, welche von den Zellen der Spinalganglien aus in das Rückenmark eintreten. Erstens haben sie die nächstliegenden motorischen Zellen aufzusuchen, zweitens haben sie auch entfernter gelegene motorische Zellen in den Bereich ihres Einflusses zu bringen und drittens haben sie die Leitung zu den höher gelegenen Provinzen des Zentralnervensystems zu übernehmen. Zu diesen verschiedenen Funktionen teilen sie sich früher oder später oder senden Kollaterale aus. Nur die Verbindung der sensiblen Fasern mit den nächstliegenden motorischen Zellen ist eine direkte, im übrigen endigen sie, indem sie die Zellen eines neuen Neurons umgreifen, welches nun die Erregung weiter leitet (*161*).

Die hinteren Wurzeln treten an der medialen Seite des Hinterhornes in das Rückenmark ein. Sie spalten sich sogleich in zwei Teile, von welchen der kleinere im Schultzeschen Komma (*162*) kaudalwärts zieht, während der größere kranialwärts verläuft. Der letztere spaltet sich sogleich wieder in drei Teile, nämlich in solche Fasern, welche in den Hintersträngen kranialwärts verlaufen, ohne die graue Substanz zu betreten, ferner in solche, welche im Bogen dicht neben dem medialen Rand des Hinterhornes die graue Substanz erreichen, um in die vesikulären Stränge zu gelangen und endlich solche, welche in die Spitze des Hinterhornes eintreten (*160*). Die erstgenannten verlaufen in den Hintersträngen bis zum verlängerten Mark, wo sie sich um die Zellen der Kerne, welche dort in den Hintersträngen erscheinen (Clava, Tuberculum cuneatum und cinereum) aufsplittern. Die an zweiter Stelle genannten Fasern bilden Endbäumchen, welche die Zellen der vesikulären Stränge (Clarkeschen Säulen) umgreifen. Die an

dritter Stelle genannten Fasern gelangen teilweise, besonders sind es die gröberen, durch die Substantia gelatinosa Rolandi in das Hinterhorn; eine Anzahl von ihnen geht bis zu den Zellen der Vorderhörner, um welche sie sich aufspalten, andere teilen sich und umgreifen mit ihren Endbäumchen die im Hinterhorn befindlichen Zellen. Ein anderer Teil, feinere Fasern, zerfällt sogleich beim Eintritt in das Rückenmark in auf- und absteigende Äste, wodurch ein Feld dünner Faserquerschnitte entsteht, die erwähnte Randzone, Zona terminalis (*160*). Aus ihr werden fortwährend feine Fäserchen abgegeben, um in ein Netzwerk einzutreten, welches die Zona spongiosa bildet. Auch sie dürften sich schließlich um Zellen des Hinterhornes verästeln.

Das einfachste Verhalten zeigen, wie gesagt, diejenigen sensiblen Fasern, welche geraden Weges durch die graue Substanz an motorische Zellen herantreten. Diese einfache Verbindung wird als direkter Reflexbogen bezeichnet (*161*). Eine zweite kompliziertere Art der Verbindung ist die, bei welcher zwischen beide als Zwischenneuron eine Zelle (Strangzelle) eingeschaltet ist. An sie tritt eine Kollaterale der sensiblen Faser heran und es gehen von ihr Fasern aus, welche die graue Substanz wieder verlassen, in die weißen Stränge eintreten und sich in ihr T-förmig teilen. Sie gelangen in alle Stränge, die wenigsten in den Hinterstrang. Die Fasern durchlaufen oft weite Strecken, um dann zurückzukehren und mit einer motorischen Zelle in Verbindung zu treten. Die Achsenzylinder dieser Strangzellen sind ebenfalls mit Kollateralen ausgestattet, so daß Verbindungen verschiedener Art hergestellt werden, welche eine vielseitige Reflextätigkeit ermöglichen (indirekter Reflexbogen) (*161*). Unter Reflextätigkeit versteht man eine Nervenleitung, bei welcher die Erregung auf geradem Weg ohne mit höheren Provinzen des Zentralnervensystems in Verbindung zu treten, von der sensiblen Sphäre in die motorische übergeleitet wird. So zieht man z. B. unwillkürlich das Bein zurück, wenn es mit einer Nadel gestochen wird.

Die beiden Reflexbogen verbinden sensible und motorische Fasern derselben Rückenmarksseite; nur wenige Kollaterale sensibler Fasern passieren die hintere Kommissur, um auf der Gegenseite ihre Verbindungen aufzusuchen.

Die weiße Kommissur wird größtenteils von den Neuriten solcher Zellen (Kommissurenzellen) gebildet, welche in den medialen Teilen des Vorderhornes liegen. Sie treten in den Vorderstrang der Gegenseite über, wobei manche einen Teilungsast auf der gleichen Seite abgeben. Eine Anzahl der Fasern betritt die graue Substanz der Gegenseite, um sich dort aufzusplittern.

Endlich findet man in der grauen Substanz des Rückenmarkes noch Zellen von verschiedener Form und von verschiedenem Typus der Verästelung. Ihre Bedeutung im einzelnen kennt man zwar noch nicht, doch können sie nicht wohl anderen Zwecken dienen, als den oben angeführten.

Die beschriebenen Einrichtungen gehören dem somatischen Nervenapparat an, d. h. sie sind dazu bestimmt, die Versorgung von Muskeln und Haut des Körpers zu übernehmen. Außer ihm aber gibt es noch den visceralen Nervenapparat, welcher den Eingeweiden die zentripetalen und zentrifugalen Fasern liefert. Im Rückenmark schließt er sich enge an den somatischen Apparat an, doch ist es wahrscheinlich, daß die Zellen des Seitenhornes viscerale Fasern entspringen lassen. Nach oben zerstreuen sich diese Zellen in der Formatio reticularis.

Die weiße Substanz, welche die graue mantelartig umgibt, läßt außer den großen Strängen: Vorder-, Seiten- und Hinterstrang auf einem Querschnitt keine weiteren Abteilungen erkennen, obwohl sie aus Fasern verschiedenen physiologischen Wertes besteht. An Organen, welche sich in der Entwickelung befinden, an solchen, welche

in geeigneter Weise gefärbt sind und namentlich an erkrankten lassen sich jedoch wichtige Beobachtungen machen.

Danach kann man die folgenden Bahnen unterscheiden (*162*):

1. Hinterstrang:
   a) Keilstrang, Fasciculus cuneatus (Burdachi).
   b) Zarter Strang, Fasciculus gracilis (Golli).
   c) Schultzes Komma.
   d) Ventrales Hinterstrangfeld.
   e) Ovales Hinterstrangfeld, Tractus cervicolumbalis medialis [1]).
2. Seitenstrang:
   a) Pyramidenseitenstrangbahn, Tractus corticospinalis lateralis [2]).
   b) Tractus rubro-spinalis.
   c) Tractus spinothalamicus.
   d) Kleinhirnseitenstrangbahn, Tractus spinocerebellaris dorsalis [3]).
   e) Gowerssches Bündel, Tractus spinocerebellaris ventralis [4]).
   f) Tractus spinoolivaris [5]).
   g) Tractus olivolumbalis medialis.
   h) Seitenstranggrundbündel, Tractus (Fasciculus) lateralis proprius (Flechsigi).
3. Vorderstrang:
   a) Pyramidenvorderstrangbahn, Tractus corticospinalis anterior [6]).
   b) Tractus cerebellospinalis.
   c) Tractus vestibulospinalis.
   d) Tractus tectospinalis.
   e) Mediales oder hinteres Längsbündel. Fasciculus longitudinalis medialis [7]).
   f) Tractus spinotectalis.
   g) Vorderstranggrundbündel. Tractus (Fasciculus) anterior proprius (Flechsigi).

Ihrer Bedeutung nach sind sie in folgender Weise zu ordnen.

## I. Zuleitende Bahnen.

Dieselben steigen zu den höheren Provinzen des Zentralnervensystems auf, nur zwei Züge schlagen den umgekehrten Weg ein, um weiter kaudal liegende Abschnitte mit den höher kranialwärts befindlichen zu verbinden.

Keilstrang und zarter Strang. Fasciculus cuneatus (Burdachi) und Fasciculus gracilis (Golli). Jedes Bündel der hinteren, sensiblen Wurzeln liegt beim Eintritt in das Zentralorgan dem Hinterhorn an und drängt sich zwischen dieses und die schon vorhandenen Fasern ein, es werden somit am kranialen Ende des Rückenmarkes die ersten am kaudalen Ende eingetretenen sensiblen Nerven am weitesten medial neben der Fissura posterior, die letzten, obersten, am weitesten lateral neben dem Hinterhorn liegen. Die Fasern, welche dem Unterkörper entstammen, hat man also im Halsteil des Rückenmarks in den zarten Strängen zu suchen, die des Oberkörpers in den Keilsträngen. Experimente und pathologische Beobachtungen

[1]) Tractus cervicolumbalis dorsalis. Dorsomediales Längsbündel.
[2]) Fasciculus cerebrospinalis lateralis, Fasciculus pyramidalis lateralis.
[3]) Fasciculus cerebello-spinalis.
[4]) Fasciculus anterolateralis superficialis (Gowersi).
[5]) Hellwegsche Dreikantenbahn.
[6]) Fasciculus cerebellospinalis anterior, Fasciculus pyramidalis anterior.
[7]) Fasciculus longitudinalis dorsalis. Fasciculus sulcomarginalis.

haben ergeben, daß im Halsmark die aus der Cauda equina aufsteigenden Nerven in der hinteren Hälfte, die von den Wurzeln des Dorsalmarks eintretenden in der vorderen Hälfte der zarten Stränge liegen.

Ein prinzipieller Unterschied besteht zwischen den beiden Abteilungen der Hinterstränge somit nicht, trotzdem daß sie sich im Halsteil des Rückenmarks auch makroskopisch deutlich voneinander unterscheiden (*151*). Es erklärt sich auch aus dem Gesagten leicht, warum der Keilstrang kranialwärts nicht wesentlich an Umfang zunimmt, gibt er doch so viel Fasern, wie er an seiner lateralen Seite aufnimmt, an seiner medialen wieder an den zarten Strang ab. Dieser letztere ist im Lumbalmark noch gar nicht vorhanden, er erscheint erst im Dorsalmark. Diese nach dem Gehirn aufsteigenden Fasern enden in den Nuclei funiculi gracilis und cuneati der Medulla oblongata, deren Neurone als die Vermittler für eine veränderte Gruppierung der Nervenfasern anzusehen sind. Eine aufsteigende Degeneration der Hinterstränge erstreckt sich bis zu diesen Kernen.

Schultzesches Komma und ventrales Hinterstrangfeld. Fasern, welche von den aufsteigenden Bahnen in abwärts gerichtetem Verlauf abgegeben werden. Jede in den Hinterstrang eintretende Wurzelfaser teilt sich in einen stärkeren aufsteigenden und einen dünneren absteigenden Teil. Ebenso wie die aufsteigenden Fasern in den Keil- und zarten Strängen in Bahnen zusammengefaßt werden, so werden dies auch die absteigenden im Schultzeschen Komma und dem ventralen Hinterstrangfeld. Das erstere hat einen kommaförmigen Querschnitt und liegt mitten unter den Hinterstrangfasern, das letztere bildet ein größeres Feld zunächst der zentralen gelatinösen Substanz, wo die Hinterhörner beider Seiten zusammenstoßen (*162*).

Kleinhirnseitenstrangbahn, Tractus spinocerebellaris dorsalis. Kollaterale der sensiblen Wurzelfasern verlaufen zu den Zellen der vesikulären Stränge und zu kleineren Zellen des Hinterhornes (*160*). Die Neuriten dieser Zellen treten quer durch das Rückenmark durch und gelangen in die Kleinhirnseitenstrangbahn an der Peripherie des Seitenstranges. Anders wie die bisher genannten Bahnen, welche aus den Wurzelfasern selbst bestehen, ist also die Kleinhirnseitenstrangbahn eine sekundäre. Im übrigen verhält sie sich insofern ähnlich, wie der zarte Strang, als sie in den kaudalen Teilen des Rückenmarkes noch nicht nachweisbar ist. Man kann sehen, wie sie durch neu hinzutretende Fasern nach oben hin immer mehr an Masse zunimmt. Im verlängerten Mark angekommen, geht sie durch den Kleinhirnstiel in den Wurm des Kleinhirns. Sie besitzt eine Bedeutung für die Koordination der Bewegungen (*162*).

Gowerssches Bündel. Tractus spinocerebellaris ventralis. Dasselbe schließt sich nach vorn an die Kleinhirnseitenstrangbahn an. Es erscheint schon weit unten in der Lumbalanschwellung und nimmt nach oben ebenfalls an Masse zu. Seine Fasern entstammen wahrscheinlich zentral gelegenen Zellen des Hinterhornes, sie gelangen ebenfalls in den Wurm des Kleinhirns (*162*).

Außer zum Kleinhirn hat man auch zum Sehhügel, zum Mittelhirn und zu den Oliven Bahnen nachzuweisen vermocht, welche gleichzeitig und durch Vermittelung der Kommissur auf der Gegenseite aufsteigen. Im Vorder- und Seitenstrang gelegen, umgreifen sie im Bogen das Vorderhorn. Es sind die folgenden:

Die Fasern des Tractus spinothalamicus stammen aus Zellen des Hinterhorns; sie durchsetzen die vordere Kommissur und steigen in den Vorderseitensträngen nach dem Gehirn auf (*162*). In der Medulla oblongata schließen sich ihnen zahlreiche Fasern aus den gekreuzten Hinterstrangkernen an, so daß dann die gesamte Gefühlsbahn gekreuzt ist. Der Tractus spinotectalis ist nur bei niederen Tieren aber noch nicht

bei Säugern sicher aufgefunden worden, der Tractus spinoolivaris ist nur im Halsmark vorhanden; er liegt an der Peripherie der Vorderseitenstränge.

Ein Bündel, Tractus cervicolumbalis medialis (*162*) bildet im Halsmark einen schmalen, dorsalen, peripherischen Saum, weiter kaudal sammeln sich die Fasern zu einem ovalen Feld neben dem Sulcus medianus posterior. Das Bündel ist bis zum Conus medullaris zu verfolgen, seine Bedeutung ist noch gänzlich unbekannt.

Das Bild, welches man sich vom Verlauf der sensiblen Erregung zur Zeit machen kann, ist in folgender Art zusammenzufassen:

Die Fasern der sensiblen Wurzeln treten in den Hinterstrang ein und teilen sich in einen absteigenden und einen aufsteigenden Teil. Sie geben Kollaterale ab, welche herantreten: an eine motorische Zelle zum direkten Reflexbogen, an eine Strangzelle zum indirekten Reflexbogen, an eine Kommissurenzelle zum Übertritt auf die Gegenseite, an eine Zelle des vesikulären Stranges zum Verlauf nach dem Kleinhirn, an andere Zellen der grauen Substanz zur Verbindung mit den Oliven, dem Mittelhirn, dem Thalamus. Sind alle diese Kollateralen und vielleicht noch andere abgegeben, dann kommt endlich die Faser mit verringertem Kaliber in den zarten Strang und tritt nun in den zugehörigen Kern der Medulla oblongata, wo sie sich mit einem neuen Neuron verbindet. Dieses leitet dann die Erregung nach den höheren Provinzen des Zentralnervensystems weiter.

## II. Ableitende Bahnen.

Dieselben steigen vom Gehirn aus nach dem Rückenmark ab (*162*).

Pyramidenbahn. Tractus corticospinalis. Sie setzt die Neuriten der in den psychomotorischen Zentren der Großhirnrinde befindlichen Zellen mit den motorischen Zellen der Vorderhörner in Verbindung. Aus dem Großhirn gelangen die Fasern durch die innere Kapsel, den Hirnschenkel, und die Brücke in die Pyramiden des verlängerten Marks, wo der größere Teil der Fasern über die Mittellinie hinkreuzt, der kleinere ungekreuzt weiter verläuft. Die Kreuzung ist individuell verschieden, bald stärker, bald schwächer.

Die gekreuzten Fasern treten, meist nur von wenigen ungekreuzten begleitet, in den Seitenstrang (Pyramidenseitenstrangbahn, Tractus corticospinalis lateralis), wo sie auf dem Querschnitt ein ovales Feld bilden. Die ungekreuzten Fasern verlaufen im Vorderstrang (Pyramidenvorderstrangbahn, Tractus corticospinalis anterior) nächst der Medianfissur abwärts um an den motorischen Zellen der gleichen Seite zu endigen. Auch von ihnen treten aber zahlreiche Kollaterale durch die vordere Kommissur in das Vorderhorn der Gegenseite.

Die Fasern werden allmählich von oben nach unten an die Wurzelzellen abgegeben, so daß die Querschnitte beider Pyramidenbahnen immer kleiner werden, je weiter kaudalwärts man gelangt. Die Pyramidenvorderstrangbahn ist meist schon im unteren Dorsalmark erschöpft.

Außer diesen großen und wichtigsten absteigenden Bahnen sind noch einige kleinere vorhanden, deren spezielle Tätigkeit noch der Aufklärung bedarf: aus dem Kleinhirn absteigende Fasern (Tractus cerebellospinalis), welche am Innenrand der Vorderhörner verlaufen, ein Tractus vestibulospinalis aus dem Deitersschen Kern an der Peripherie des Vorderstranges gelegen, ein Fasciculus longitudinalis medialis, welcher ebenfalls aus dem Deitersschen Kern stammt und im Vorderstrang herabläuft, sodann Fasern aus dem roten Kern der Haube (Tractus rubrospinalis), welche sofort kreuzen und dann ventral von der Pyramidenseitenstrangbahn

bis zum Lumbalmark verfolgbar sind, endlich ein Bündel, welches aus der Vierhügelgegend kommt (Tractus tectospinalis) und dessen gekreuzte Fasern am ventralen Rand des Vorderstranges herablaufen, während die ungekreuzten im Seitenstrang liegen.

Die Pyramidenbahnen enthalten Fasern für diejenigen Muskeln, welche zu erlernten und eingeübten Bewegungen gebraucht werden. Ein Mensch, welchem diese Bahn fehlt, ist nicht lahm, er kann aber nur ungeschickt gehen und die Hände kaum noch zu irgend feineren Bewegungen benützen (Edinger 1911).

### III. Kurze Assoziationsbahnen.

Während die aufgezählten Bahnen, welche weithin das Rückenmark durchziehen und es mit dem Gehirn in Verbindung setzen, in der Peripherie der weißen Substanz ihren Platz finden, liegen in denjenigen Teilen, welche das Vorderhorn im Vorderstrang und besonders im Seitenstrang unmittelbar umgeben (Vorderstrang- und Seitenstranggrundbündel, Tractus anterior und lateralis proprius)[1] (*162*), Fasern, welche aus der grauen Substanz austreten und nach kurzem vertikalen Verlauf wieder dahin zurückkehren, welche also Abschnitte des Organs unter sich in Verbindung setzen. Die Bedeutung dieser Fasern ist daher auch keine gleichartige und es gibt unter ihnen aufsteigende und absteigende.

Die Assoziationsbahnen, welche das Rückenmark nicht überschreiten, gehören wohl sämtlich den Neuronen an, welche man als Strangzellen bezeichnet. Neben anderem haben sie die wichtige Funktion, zweckmäßige Bewegungskombinationen einzuleiten, welche auch ablaufen, wenn der Zusammenhang des Rückenmarkes mit dem Gehirn unterbrochen ist; so wird, wie oben schon erwähnt wurde, nach Reizung des quergetrennten Rückenmarks durch einen Stich das Bein vollständig ordnungsmäßig zurückgezogen, ein geköpfter Frosch springt in gewohnter Weise, ein geköpftes Huhn flattert und läuft davon.

### Gefäße des Rückenmarks.

Die Arterien des Rückenmarks sind die Aa. spinales anteriores und posteriores, beide aus der A. vertebralis. Sie laufen mit gleichbleibendem Kaliber an der vorderen und hinteren Seite des Organs herab. Daß das Kaliber nicht abnimmt, erklärt sich dadurch, daß segmentale Zweige in sie einmünden, welche von den segmentalen Aa. intercostales, lumbales, sacrales laterales abgegeben werden. Ihre Äste bilden ein Anastomosennetz, welches sich durch die ganze Pia verbreitet. Von ihm aus dringen Äste in horizontalem Verlauf in die Substanz des Rückenmarkes ein. Besonders stark sind die in der vorderen Fissur eintretenden. Sie wenden sich sofort seitwärts und gelangen in den zentralen Teil der grauen Substanz. Zahlreiche feinere Arterien dringen durch die erwähnten Septa (S. 113) der weißen Substanz in radiärer Richtung ein. Alle das Rückenmark versorgenden Arterien sind Endarterien (Kadyi 1889); die einzelnen Bezirke stehen also nicht unter sich in Verbindung, schieben sich aber stark und ganz unregelmäßig ineinander, so daß ganz bestimmte Gefäßgebiete nicht unterschieden werden können. Die Kapillargefäße sind in der grauen Substanz ungleich zahlreicher, als in der weißen.

Die Venen verlaufen mit den aus der Peripherie kommenden Arterien meist nicht zusammen, während die Arterien der vorderen Fissur meist von einer solchen begleitet werden. Innerhalb des Rückenmarkes findet man zwei stärkere längsver-

[1] Grenzschichte.

laufende Venen [1]) jederseits neben der Substantia gelatinosa centralis, welche mit den oberflächlichen in Verbindung stehen.

Die Lymphgefäße begleiten als perivaskuläre Lymphscheiden die Blutgefäße.

Die Hüllen des Rückenmarks werden am Schluß der Betrachtung des Gehirnes mit den Hüllen dieses letzteren gemeinsam behandelt werden.

Varietäten. Asymmetrien in der Form der grauen Substanz im ganzen, sowie in Lage und Anordnung der Ganglienzellengruppen sind häufig. Die Pyramidenvorderstrangbahn ist individuell sehr wechselnd ausgebildet, sogar auf beiden Seiten des Rückenmarks verschieden. Entwickelungsanomalien gehören in das Bereich der Pathologie, sie sind nicht selten mit Störungen in der Entwickelung der Wirbelsäule verbunden.

Praktische Bemerkungen. Die beiden histologischen Komponenten des Rückenmarks sind Nervensubstanz und Glia. Von ihnen kann die letztere wuchern (Gliom), während dies bei der ersteren nicht der Fall ist. Diese kann aber atrophieren. Der Zentralkanal kann sich, oft erheblich, erweitern (Hydromyelos). Von den eintretenden Gefäßen können entzündliche Vorgänge (Myelitis) ihren Ausgang nehmen. Toxische Substanzen verschiedener Art können Entzündung der weißen (Leukomyelitis) oder der grauen Substanz (Poliomyelitis) hervorrufen. Sie können zentral, disseminiert, transversal sein.

Erkrankungen, welche das Rückenmark betreffen, müssen nicht notwendig das ganze Organ schädigen, oft werden nur einzelne Teile befallen, entweder bestimmte Gruppen von Ganglienzellen oder bestimmte Stränge, während die übrigen Teile gesund bleiben. Erkrankung der Vorderhornzellen erzeugt totale Muskellähmung, Erkrankungen der hinteren Wurzeln unterbrechen die in ihnen verlaufende Gefühlsbahn, auch die durch die sensible Bahn vermittelten Reflexe schwinden. Erkrankt die graue Substanz, dann werden auch die Sympathicusanteile derselben betroffen (Edinger 1911). Ist die motorische Leitungsbahn erkrankt, dann hat dies eine Atrophie der Pyramidenbahn zur Folge (absteigende Degeneration), ist die sensible Bahn betroffen, dann leiden die Hinterstränge (aufsteigende Degeneration) (Tabes dorsalis), es können auch Erkrankungen mehrerer Systeme zugleich vorkommen. Bei transversaler Myelitis, bei Verletzung, Durchschneidung, Kompression des Rückenmarks tritt eine Degeneration in bestimmten Bahnen auf und zwar derjenigen Neuriten, welche von den zugehörigen Ganglienzellen getrennt sind. Oberhalb der Verletzung wird man also die zum Gehirn aufsteigenden Bahnen, unterhalb derselben die von ihm absteigenden degeneriert finden. Edinger erzählt von der Untersuchung eines Falles vollständiger Quertrennung des Rückenmarks in der Gegend des 7. Dorsalwirbels mit nachfolgender ausgebreiteter Entartung. Dicht an der Unterbrechungsstelle ist eine Menge von Assoziationsbahnen entartet, weiter weg sind nur noch die langen Züge untergegangen. Nach dem Lumbalmark zu sind die Pyramidenvorderstrangbahn und -Seitenstrangbahn entartet. Dicht ventral von den Pyramiden, aber nicht deutlich von ihnen geschieden auch die Tractus rubrospinales. Am Rand der vorderen Inzisur findet man die Züge des dorsalen Längsbündels und des Tractus vestibulospinalis. Im Hinterstrang ist der Tractus cervicolumbalis degeneriert, eine Strecke weit auch das Schultzesche Komma. Stirnwärts von der Unterbrechungsstelle ist der größte Teil der Hinterstränge entartet, ebenso die Kleinhirnbahnen und ihnen dicht angelagert, aber nur durch zerstreute Punkte kenntlich, der Tractus spinothalamicus. Nach dieser Beobachtung kann man voraussagen, welchen Befund man in einem gegebenen Fall erheben wird.

## B. Gehirn, Encephalon.

Ein Rückenmark muß jedes Wirbeltier haben, um überhaupt existieren zu können. Vom Gehirn läßt sich dies nicht ohne weiteres sagen, denn beim Lanzettfisch, bei welchem von höheren Sinnesorganen nur Spuren vorhanden sind, ist auch das Gehirn nur in Andeutungen zu finden. Bei den übrigen Fischen aber und bei den anderen Wirbeltieren bis hinauf zum Menschen sind diejenigen Teile des Gehirnes, welche den einfachsten Funktionen dienen, analog dem Rückenmark überall in gleicher Weise vorhanden und in gleicher Weise angeordnet. Edinger (1911) faßt sie zusammen

[1]) Venae centrales.

unter dem Namen Palaeencephalon, was man als Althirn verdeutschen kann. Wenn sich dann die mannigfaltigen Eindrücke, welche die immer besser ausgebildeten Sinnesorgane vermitteln, untereinander zu einem höheren Seelenleben verknüpfen, dann treten zu dem Primärapparat noch Teile hinzu, welche zuerst nur als eine dünne Platte erscheinen, sich dann aber dorsal vom Palaeencephalon immer mächtiger ausbilden (Neencephalon, Neuhirn), um den höheren seelischen Prozessen zu dienen. Man kann in der Wirbeltierreihe unschwer verfolgen, wie die Fortbildung vom Rückenmark aus nach vorn hin immer weiter fortschreitet und wie besonders das Neencephalon sich immer mächtiger entfaltet.

Nach dem Gesagten müssen gewisse Bauverhältnisse in den Gehirnen aller Wirbeltiere wiederkehren, da die Grundlagen des ganzen von den Nerven beherrschten Körperbaues in der Gesamtreihe die gleichen sind, da sich auch die geistigen Funktionen, ob einfach oder kompliziert, stets in den gleichen Bahnen bewegen, doch versteht man, daß auf der anderen Seite die spezifischen geistigen Fähigkeiten einer Tierart die Gestaltung einzelner Teile des Gehirnes beeinflussen, und daß die Lebensgewohnheiten eines Tieres sowie die zu bestimmten Tätigkeiten umgeformten Organe eine besonders ausgesprochene Wirkung auf die Ausbildung gewisser Gehirnteile ausüben müssen. Wenn sich z. B. der unterirdisch grabende, fast blinde Maulwurf und die in der Luft flatternde scharf sehende Fledermaus auch im System nahe stehen, so ist doch ihr Gehirn in wesentlichen Punkten verschieden. Ja noch mehr, die unendlich vielen kleinen Variationen, welche der ganze Körper der einzelnen Individuen einer Spezies, speziell des Menschen zeigt, spiegeln sich in ebensovielen kleinen Varietäten des Gehirnbaues (vgl. Retzius 1896).

Größe und Form des Gehirns richten sich auf das genaueste nach Größe und Form der Schädelkapsel, sie bedingen sich gegenseitig.

Die Konsistenz des Gehirns ist in seinen einzelnen Teilen nicht ganz gleich, das Großhirn ist am weichsten, das Kleinhirn etwas fester, das verlängerte Mark gleicht in der Festigkeit dem Rückenmark. Im ganzen ist das Gehirn so weich, daß es sich ohne Schaden leicht einer ungewöhnlichen Form der umschließenden Kapsel anbequemt. Auch in stark deformierten Schädeln kann ein normal funktionierendes Gehirn liegen.

Das Gewicht beträgt bei Männern 1280 bis 1460 g, bei Frauen 1140 bis 1340 g. Als durchschnittliches Gehirngewicht kann man bei Männern rund 1370 g, bei Frauen 1240 g ansehen, als Minimal- und Maximalgewicht bei Männern 960 und 1800 g, bei Frauen 880 und 1600 g. Das Gehirngewicht schwankt nach der Körpergröße und nach dem Körpergewicht; dies ist auch der Grund, warum es bei dem im allgemeinen kleineren und leichteren weiblichen Geschlecht geringer ist, als bei dem größeren und schwereren männlichen. Auch der Ernährungszustand übt einen Einfluß auf das Gehirngewicht aus. Ferner wird beobachtet, daß niederstehende Rassen ein geringeres Gehirngewicht haben, als höherstehende. Für die Beurteilung der psychischen Fähigkeiten eines Einzelindividuums darf man aber von der Feststellung des Gehirngewichtes nicht allzuviel erwarten, da man beobachtet hat, daß dasselbe bei manchen geistig sehr hochstehenden Personen verhältnismäßig sehr nieder sein kann.

Altersverschiedenheiten. Das Gehirn des Neugeborenen ist in seiner Form dem des Erwachsenen sehr ähnlich, die weiße Farbe des Nervenmarkes in seinem Innern ist aber nur zum Teil vorhanden und zwar in der Marksubstanz des verlängerten Markes, des Kleinhirns und der Haube. Auch Teile der Basis, der inneren Kapsel, sowie Streifen im Scheitel- und Hinterhauptslappen besitzen schon weiße Markfärbung. Mit dem fünften Lebensmonat ist die definitive Ausbildung der weißen Markscheiden vollendet (Flechsig 1876). Mit dem siebenten Lebensjahr ist Form und Gewicht des erwachsenen Organs in der Hauptsache erreicht.

Das Gehirngewicht ist in den zwanziger Jahren am größten, später nimmt es bis zum höchsten Alter stetig ab.

Varietäten in der Verteilung der weißen und grauen Substanz (Heterotopie) werden gelegentlich gefunden. Die normale Funktion des Organs braucht dadurch in keiner Weise gestört zu sein.

## Einteilung.

Entwickelungsgeschichtlich setzt sich das Gehirn aus den fünf Gehirnbläschen (I. Abt. S. 174) zusammen, welche durch schwache Einziehungen voneinander geschieden werden, eine stärkere findet man nur zwischen drittem und viertem Bläschen, welche man mit dem Namen Isthmus (His 1892, 1895) belegt hat. Gewährt man ihm eine besondere Stelle, dann kann man also sechs Abschnitte unterscheiden. Jeden derselben kann man gewissermaßen als einen Ring ansehen, welcher um einen Abschnitt des Ventrikelsystems gelegt ist, und welcher aus einer dorsalen und einer ventralen Hälfte besteht. Zu beiden Seiten werden die Halbringe durch eine im Inneren des Rohres befindliche Grenzfurche, Sulcus limitans, gegeneinander abgegrenzt.

Die Derivate der ursprünglichen Gehirnbläschen sind durchaus nicht scharf voneinander geschieden, sondern gehen vielmehr an vielen Stellen ineinander über, da sie natürlich ihrer ineinander greifenden Funktionen wegen innig miteinander zusammenhängen müssen, auch die Abschnitte des Ventrikelsystems sind nicht alle nach den einzelnen ursprünglichen Bläschen voneinander getrennt und es entspricht den drei letzten ein gemeinsamer rhombisch gestalteter Hohlraum. Im Mittelhirn verengt er sich dann zu einem engen Kanal, Aquaeductus genannt. Im Zwischenhirn erweitert er sich wieder und im Endhirn geht er in zwei symmetrische widderhornförmig gekrümmte Räume über, welche in den ebenso gekrümmten Abteilungen liegen, in welche sich das Gehirn zu beiden Seiten seines vorderen Abschlusses in der Lamina terminalis fortsetzt (I. Abt. S. 182). Man unterscheidet danach vier Ventrikel und den Aquaeductus.

In tabellarische Form gebracht, sind die wichtigsten Produkte der Umwandlung der Wände der einzelnen Abschnitte des Gehirns und des Systems seiner Binnenräume vom Rückenmark aus aufsteigend, die folgenden:

| Abteilungen | Ventraler Teil | Dorsaler Teil | Teile des Ventrikelsystems | |
|---|---|---|---|---|
| I. Nachhirn, Myelencephalon | Medulla oblongata, ventraler Teil | Medulla oblongata, dorsaler Teil und Lam. chorioidea epithelialis | Ventriculus quartus | Rhombencephalon |
| II. Hinterhirn, Metencephalon | Pons | Cerebellum | | |
| III. Isthmus rhombencephali | Pedunculi cerebri, hinterer Teil | Brachia conjunctiva (cerebelli). Velum medullare anterius | | |
| IV. Mittelhirn, Mesencephalon | Pedunculi cerebri | Corpora quadrigemina | Aquaeductus | Cerebrum |
| V. Zwischenhirn, Diencephalon | Pars mamillaris hypothalami, Tuber cinereum hinterer Teil | Thalamus, Epithalamus, Corpus pineale, Metathalamus, Corpp. geniculata | Ventriculus tertius | Prosencephalon |
| VI. Endhirn, Telencephalon | Pars optica hypothalami, Infundibulum, Hypophysis, Tractus opticus, Chiasma, Lamina terminalis | Corpus striatum, Rhinencephalon, Hemisphäria cerebri | Ventriculus lateralis | |

Diejenigen Teile, welche sich um den vierten Ventrikel gruppieren, bezeichnet man als Rautenhirn, Rhombencephalon, die von den Abkömmlingen der beiden vordersten Bläschen gebildeten Teile nennt man Vorderhirn, Prosencephalon. Ältere und vielgebrauchte Bezeichnungen für die beiden oben (S. 121) erwähnten Teile, Palaeencephalon und Neencephalon, sind Hirnstamm, Truncus cerebri, und Hirnmantel, Pallium.

## Kurze Oberflächenbetrachtung des Gehirns.

In der Ansicht von oben (*165*) erscheint das Gehirn oval, das breite Ende nach hinten gerichtet. Der größte Durchmesser findet sich zumeist zwischen den beiden Scheitelhöckern des Schädels. Man erblickt nur die konvexe Fläche der beiden Großhirnhemisphären, Hemisphaeria cerebri, welche alles Übrige decken. Sie zeigen mäandrische Windungen von hellgrauer Farbe. In der Mittellinie werden die Hemisphären durch die Fissura longitudinalis cerebri voneinander getrennt, in welche die Hirnsichel (s. unten) hineinragt. Zieht man die Hemisphären auseinander, dann sieht man sie in der Tiefe der Fissur durch eine mächtige Kommissur verbunden, den Balken, Corpus callosum, welcher sich durch seine weiße Farbe von der grauen der Hemisphären stark abhebt. Er nimmt nur das mittlere Drittel des Hemisphärenhirnes ein, so daß also vor und hinter ihm die Fissur ganz durchgeht.

In der Ansicht von der Seite her (*163*) sieht man, daß das Großhirn bei weitem den größten Teil des ganzen Organs ausmacht. Unter seiner hinteren Hälfte kommt das Kleinhirn, Cerebellum, die Brücke, Pons und das verlängerte Mark, Medulla oblongata, zum Vorschein. An der Großhirnhemisphäre schneidet die Sylvische Spalte, Fissura cerebri lateralis (Sylvii) tief ein. Sie besitzt einen vorderen kurzen und zweigeteilten und einen hinteren langen Schenkel. Um sie sind die Lappen des Großhirns angeordnet und zwar der Stirnlappen, Lobus frontalis, der Scheitellappen, Lobus parietalis, der Hinterhauptslappen, Lobus occipitalis und der Schläfenlappen, Lobus temporalis. Zieht man die Ränder der Fissura lateralis auseinander, dann sieht man in die seitliche Großhirngrube, Fossa cerebri lateralis hinein, deren Grund von den Wülsten der Insel, Insula (*173*), eingenommen wird.

In der Ansicht von vorne überblickt man hauptsächlich die vordere Spitze des Stirnlappens des Großhirnes.

In der Ansicht von hinten sind die hinteren Enden des Hinterhauptslappens des Großhirns sichtbar und unter ihnen der hintere Umfang des Kleinhirns. Dasselbe ist in der Mittellinie tief eingeschnitten und zerfällt dadurch, wenn auch weit unvollständiger, als das Großhirn, ebenfalls in zwei Hemisphären. Zieht man das Kleinhirn vom Großhirn ab nach unten, dann sieht man in einen breiten Spalt hinein, welcher sich dadurch erklärt, daß sich das Endhirn, wie bekannt, weit über die weiter hinten gelegenen Gehirnabteilungen hinschiebt. In diesem Spalt kommt die obere Fläche des Kleinhirns zum Vorschein, vor ihm das vordere Marksegel, Velum medullare anterius, zwischen den Bindarmen, Brachia conjunctiva und vor diesen wieder die Vierhügel, Corpora quadrigemina (*178*). Von oben legt sich über sie das gewulstete hintere Ende des Balkens. Zwischen beiden findet man den Querspalt des Großhirns, Fissura transversa cerebri; sie wird von dem Corpus pineale und den sie umgebenden Teilen der weichen Hirnhaut, welche der Decke des dritten Ventrikels zustreben, ausgefüllt.

In der Ansicht von unten (*167*) überblickt man die Gehirnbasis, Basis cerebri, welche von allen Oberflächenansichten am reichsten gegliedert ist. Die Großhirn-

hemisphären überragen auch in dieser Ansicht alle übrigen Teile. Sie sind aber nur vorne und seitlich sichtbar, wo man ihre Windungen überblickt, hinten werden sie durch das Kleinhirn, Cerebellum, bedeckt, dessen Hemisphären im wesentlichen frei liegen, während der Mittelteil, Wurm, Vermis, genannt, unsichtbar bleibt. Die Farbe des Kleinhirns ist dunkler grau wie die des Großhirns und die Windungen, welche seine Oberfläche bedecken, erscheinen nicht mäandrisch, wie die des Großhirns, sondern als blätterige Leisten. Auf dem Mittelteil des Kleinhirns liegt, von ihm durch die Fissura transversa cerebelli geschieden, das verlängerte Mark, Medulla oblongata, welches dem Rückenmark in seiner Gestalt noch sehr ähnlich ist, aber nach vorn hin etwas anschwillt. Vor ihm folgt, durch eine Furche von ihm getrennt, die Brücke, Pons (Varoli), welche sich wie eine Binde quer über das Gehirn legt und zu beiden Seiten in die Brückenschenkel, Brachia pontis, fortsetzt, welche ihrerseits im vorderen Umfang des Kleinhirns verschwinden. Verlängertes Mark und Brücke sind von rein weißer Farbe und stechen dadurch sehr von dem dunkelgrauen Kleinhirn ab. Vom vorderen Umfang der Brücke gehen divergierend die beiden dicken Großhirnschenkel, Pedunculi cerebri, aus, welche die hinteren Teile des Gehirns mit dem Prosencephalon in Verbindung setzen. Auch die Großhirnschenkel sind rein weiß. Sie werden an einem in situ gehärteten Gehirn jederseits fast ganz verdeckt durch den Gyrus hippocampi der Großhirnrinde.

Vor der Mitte der Brücke folgt zwischen den beiden Hirnschenkeln ein Feld, welches nach vorne von dem Sehstreifen, Tractus opticus und der Sehnervenkreuzung, dem Chiasma opticum begrenzt wird. Dicht an die Brücke schließt sich die zum Mittelhirn gehörige Fossa interpeduncularis (Tarini) an, deren Grund von der Substantia perforata posterior gebildet wird, einem Feld, welches von vielen Öffnungen zum Eintritt von Gefäßen in das Gehirn durchbohrt wird. Vor dieser Grube folgen die dem Zwischenhirn angehörigen beiden Corpora mamillaria, durch ihre weiße Farbe ausgezeichnete rundliche Erhabenheiten. Vor ihnen wieder findet man das zum Endhirn zu rechnende Tuber cinereum, eine dünne graue Markplatte, von welcher ein stielartiger Fortsatz, der Trichter, Infundibulum, ausgeht, an dessen Ende der in der Vertiefung des Türkensattels ruhende Hirnanhang, Hypophysis cerebri, hängt. Der weiße Sehstreifen, Tractus opticus, welcher wie gesagt, das beschriebene Feld nach vorne abgrenzt, windet sich auf beiden Seiten um den Hirnschenkel herum (*187*); um dies zu sehen, hat man jedoch die Schläfenlappen des Großhirns auseinander zu ziehen. Er ist mit dem Großhirnschenkel verwachsen. In der Mittellinie vereinigt er sich mit dem der anderen Seite zur Sehnervenkreuzung, Chiasma opticum, von welcher wieder die nach beiden Seiten divergierenden Sehnerven ausgehen. Vor der Sehnervenkreuzung folgt in der Mitte die dem Endhirn angehörige sehr dünne und zerreißliche Schlußplatte, Lamina terminalis, welche an den Medianspalt des Gehirns anstößt. Zu beiden Seiten der Sehnervenkreuzung findet man die Substantia perforata anterior, welche wie die gleichnamige hintere Substanz ebenfalls von zahlreichen in das Gehirn eintretenden Gefäßen durchbohrt wird. Vor ihr trifft man auf das Trigonum olfactorium, von welchem der weiße Riechstreifen, Tractus olfactorius ausgeht, der sich seinerseits an die Unterfläche des Stirnlappens jeder Hemisphäre anlegt. Sein vorderes Ende ist zum grauen Bulbus olfactorius angeschwollen (*225*).

Von besonderer Bedeutung ist es, daß, mit einer einzigen Ausnahme, sämtliche Gehirnnerven das Organ an seiner Basis verlassen. Es sind ihrer zwölf und zwar sind

sie mit einer kurzen Charakteristik, deren Erklärung erst weiter unten gegeben werden soll, in der Richtung von vorn nach hinten, wie man sie zu zählen pflegt, die folgenden:

I. Riechnerv, Nervus olfactorius. Eine Anzahl dünner Fäden, Fila olfactoria treten, aus der Nasenhöhle aufsteigend in den Bulbus olfactorius ein. Seine Fasern gelangen in das Endhirn. Sensuell.

II. Sehnerv, Nervus opticus. Aus der Augenhöhle in das Chiasma opticum und durch den Tractus opticus in die Corpora geniculata des Zwischenhirns. Sensuell.

Die sämtlichen übrigen Nerven sind in letzter Linie Angehörige des Rautenhirnes.

III. Gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv, Nervus oculomotorius; tritt hervor aus dem Großhirnschenkel zwischen Fuß und Haube dicht vor der Brücke. Motorisch.

IV. Rollnerv des Auges, Nervus trochlearis. Der einzige Hirnnerv, welcher an der Decke des Gehirnes zum Vorschein kommt. Er tritt auf dem Velum medullare anterius aus, umkreist den Großhirnschenkel und wird an der Basis zwischen ihm und dem vorderen Rand der Brücke sichtbar. Motorisch (*189*).

V. Dreigeteilter Nerv, Nervus trigeminus. Kommt aus dem Seitenteil der Brücke nahe ihrem vorderen Rand. Sensibel und motorisch.

VI. Äußerer Augenmuskelnerv, Nervus abducens. Löst sich vom vorderen Strang des verlängerten Markes an der Stelle ab, an welcher dieses im Begriff steht in der Brücke zu verschwinden. Motorisch.

VII. Gesichtsnerv, Nervus facialis. Tritt in gerader Linie hinter dem fünften hervor, also ebenfalls vom Seitenteil der Brücke in der Nähe ihres hinteren Randes. Motorisch. Als sensibler Teil des Gesichtsnerven ist ein feiner Nervenfaden anzusehen, Nervus intermedius, welcher zwischen ihm und dem Nervus acusticus das Gehirn erreicht.

VIII. Hörnerv, Nervus acusticus. Liegt dicht neben dem N. facialis, den er in der Regel samt dem N. intermedius in eine Rinne seines medialen Randes aufnimmt. Sensuell.

IX. Zungenschlundkopfnerv, Nervus glossopharyngeus, fünf bis sechs Fäden. Er schließt sich dem achten Nerven an. Wesentlich Geschmacksnerv führt er auch Tast- und motorische Nervenfasern. Gehört auf das Genaueste zusammen mit dem zehnten Nerven.

X. Herumschweifender Nerv, Nervus vagus. 10—15 Fäden, die erst beim Austritt aus dem Schädel sich zu einem Stamme sammeln. Er tritt an der Seitenfläche des verlängerten Markes zutage in unmittelbarer Fortsetzung des vorhergehenden Nerven. Gemischt.

XI. Beinerv, Nervus accessorius. Tritt an der Seite des verlängerten Markes mit 4—5 Bündeln aus, reicht aber mit seinen Austrittsstellen am Rückenmark bis zum sechsten Halsnerven hinab, so daß durch den Zusammentritt der Wurzelfäden ein schräg aufsteigender Strang entsteht, welcher sich im weiteren Verlauf dem Nervus vagus anschließt. Motorisch.

XII. Zungenfleischnerv, Nervus hypoglossus. 10—15 Fäden, welche die direkte Fortsetzung der vorderen Rückenmarkswurzeln darstellen. Motorisch.

### Kurze Betrachtung der inneren Teile des Gehirns. Gehirnsektion.

Trägt man durch einen dicht über dem Balken geführten Horizontalschnitt einen Teil der Großhirnhemisphären ab, dann sieht man auf das weiße Centrum semiovale (*184*), umgeben von den grauen mäandrisch gewundenen Rindenwindungen.

Die gleichmäßige Fläche, in welcher man von Faserbahnen nichts erkennt, wird nur von einer Anzahl von Blutpunkten unterbrochen, welche die Lage der durchschnittenen Gefäße andeuten. Der die beiden Hemisphären verbindende Balken erstreckt sich zwischen ihnen in ihrem mittleren Drittel. Er biegt vorne in dem Balkenknie, Genu corporis callosi, nach unten um, hinten endigt er im Balkenwulst, Splenium corporis callosi. Eine transversale Streifung seiner Oberfläche, Striae transversae, tritt mehr oder weniger deutlich hervor. In der Mittellinie, sowie an seiner seitlichen Begrenzung fallen saumartige Längsstreifen auf, Striae longitudinales mediales und laterales.

Entfernt man nun den Balken nebst der dünnen dem Centrum semiovale angehörigen Markplatte zu seinen beiden Seiten, dann eröffnet man (*176*) die beiden Seitenventrikel, Ventriculi laterales, und stößt jederseits auf die Plexus chorioidei, in der Mitte auf das Gewölbe, Fornix, einen bandartigen Streifen von Gehirnsubstanz, welcher mit der Unterseite des Balkens verwachsen ist. Nach hinten teilt er sich in zwei Teile, die Gewölbeschenkel, Crura fornicis, welche sich widderhornartig krümmen und in der Tiefe des Seitenventrikels verschwinden. Entfernt man auch das Gewölbe (*177*), dann erscheint eine dünne Bindegewebsplatte, welche sich über die untergelegenen Teile von einer Seite auf die andere herüberspannt und die Decke des dritten Ventrikels, Ventriculus tertius, bildet. Nimmt man auch sie mit den an ihr befestigten Plexus chorioidei (s. unten) weg, was bei der Sektion etwas weicher Gehirne nicht selten ohne Absicht geschieht, dann hat man auch einen Einblick in den dritten Ventrikel gewonnen, wie schon vorher einen solchen in die beiden Seitenventrikel (*178*). Die drei nebeneinander gelegenen Ventrikelräume bilden jetzt eine scheinbar einfache und zusammenhängende Höhle, weil man den Ansatz der feinen über den dritten Ventrikel hingespannten Lamelle, Taenia chorioidea, oft genug kaum erkennt. Auf dem Boden des Seitenventrikels sieht man nun den dunkelgrauen Streifenkörper, Corpus striatum, und zwar dessen oberflächlich gelegenen Teil, den Schwanzkern, Nucleus caudatus, welcher von keulenförmiger Gestalt ist. Das vordere angeschwollene Ende wird als Caput nuclei caudati, das hintere zugespitzte als Cauda nuclei caudati bezeichnet. Medial von ihm, aber nicht soweit nach vorne reichend folgt der weiße Sehhügel, Thalamus, welcher mehrere kleine Anschwellungen trägt und nach hinten in eine gewulstete Verdickung, das Polster, Pulvinar, übergeht. Die beiden sind die schon in der ersten Entwickelung aneinander stoßenden großen Ganglien des Prosencephalon (1. Abt. Atl. Fig. *194*), das Corpus striatum dasjenige des Endhirns, der Thalamus das des Zwischenhirns. Sie werden durch einen leicht gewulsteten Markstreifen, Stria terminalis[1]), voneinander getrennt. Je nach dem Blutgehalt einer unter ihm liegenden Vene zeigt der Streifen eine hellere oder dunklere Farbe. An der Stelle, an welcher die obere Fläche des Thalamus in die mediale umbiegt, zieht sich ebenfalls ein erhöhter Markstreifen, Stria medullaris, nach vorn, welcher hinten in den Zirbelstiel, Habenula umbiegt. Auf der Kommissur derselben hat die Zirbeldrüse, Corpus pineale, ihren Platz. Sie hat die Gestalt eines Pinienzapfens und ist von dunkler Farbe. Von ihrer Bedeutung als Drüse mit innerer Sekretion war in der vierten Abteilung S. 202 die Rede.

Zwischen den Striae medullares beider Seiten sieht man in eine tiefe Spalte hinein, den absteigenden Teil des dritten Ventrikels. Man sieht in ihr eine Stelle, an welcher die beiden einander zugekehrten Flächen der beiden Sehhügel miteinander verwachsen

[1]) Taenia semicircularis.

sind, Massa intermedia. Vorn und hinten wird der dritte Ventrikel durch den Zug einer quer verlaufenden Kommissur, Commissura anterior und posterior abgeschlossen.

Den Seitenventrikel sieht man auf dem in Rede stehenden Flächenschnitt vorne mit einer seitlich gewandten Spitze, Vorderhorn, Cornu anterius, endigen, dann folgt sein Zentralteil, Pars centralis, und nach hinten biegt er abwärts in das Unterhorn, Cornu inferius, um, in welches auch der Fornix absteigt. Von der Umbiegungsstelle aus sendet der Ventrikel noch einen Arm nach hinten, das Hinterhorn, Cornu posterius, welches sich entgegengesetzt dem Vorderhorn, mit seiner Spitze medianwärts krümmt.

Um das Unterhorn zu untersuchen, muß man von außen her die Rinde und Markmasse soweit abtragen, bis man es eröffnet hat; man sieht dann, daß es sich um die Insel im Bogen nach vorne krümmt, um schließlich abgerundet zu endigen (*173*). Außer dem stark reduzierten Fornix, welcher im Unterhorn den Namen Fimbria annimmt, sind noch andere Bildungen vorhanden, unter welchen der Seepferdefuß, Hippocampus, die wesentlichste ist.

Der Raum zwischen den beiden Vorderhörnern des Seitenventrikels, bis zu welchem die Sehhügel nicht hinreichen, ist eingenommen von den Durchschnitten des Corpus callosum vorn, des Fornix hinten und des Septum pellucidum zwischen beiden. Die beiden Laminae septi pellucidi fassen einen allseitig geschlossenen Spaltraum, welcher auch fehlen kann, das Cavum septi pellucidi, zwischen sich (*176*).

Schneidet man nun das Großhirn ab, indem man den Schnitt durch den Sehhügel und die Großhirnstiele führt, dann bleibt das Rautenhirn übrig. Man blickt von oben auf die Vierhügelplatte, Lamina quadrigemina, mit ihren Vierhügeln, Corpora quadrigemina (*178*). Um die Vierhügel ganz zu sehen, hat man die Zirbel zu entfernen, welche ihren vorderen Teil bedeckt. Hinter der Vierhügelplatte stößt man auf das vordere Marksegel, Velum medullare anterius, zwischen den beiden Bindearmen, Brachia conjunctiva, welche man jedoch erst zu Gesicht bekommt, wenn man den vorderen Rand des Kleinhirns emporhebt oder abschneidet. Nun folgt die Oberfläche des Kleinhirns, Cerebellum. Dieselbe ist dachförmig gestaltet, indem die Hemisphären von einem firstartigen Mittelteil, dem Oberwurm, Vermis superior, nach beiden Seiten hin abfallen. Schneidet man sodann das Kleinhirn ab, indem man die Verbindungen mit der Umgebung löst, nämlich die Bindearme, Brachia conjunctiva, nach den Vierhügeln hin, die Brückenarme, Brachia pontis, nach der Brücke und die Strickkörper, Corpora restiformia, nach dem verlängerten Mark hin, dann kann man die Unterseite des Kleinhirns besichtigen (*209*). Sie zeigt eine gewölbte Oberfläche und ist in der Mitte vertieft als Kleinhirntal, Vallecula cerebelli, auf dessen Grund der Unterwurm, Vermis inferior, sichtbar wird. In die Vertiefung lagert sich das verlängerte Mark ein.

Hat man das Kleinhirn weggenommen, dann hat man den Boden des vierten Ventrikels vor sich, nämlich die nach vorn und hinten, sowie nach beiden Seiten hin zugespitzte Rautengrube, Fossa rhomboidea (*189*). Ihre seitliche Begrenzung wird von den erwähnten Strickkörpern, Corpora restiformia, und den Bindearmen, Brachia conjunctiva, gebildet. Die ersteren entstehen dadurch, daß die Hinterstränge des Rückenmarkes nach beiden Seiten auseinander weichen; sie treten von hinten her in das Kleinhirn ein, die letzteren konvergieren vom Kleinhirn aus gegen die Vierhügelplatte hin. Über die Einzelheiten, welche auf dem Boden der Rautengrube zu sehen sind, wird bei der genaueren Betrachtung des Gehirns gesprochen werden.

Nimmt man noch die Vierhügelplatte weg, dann sieht man, wie sich der vierte Ventrikel zum Aquädukt verengert, welcher sich nach vorne in den dritten Ventrikel öffnet. An der Basis des Rautenhirns sieht man die schon oben (S. 124) erwähnten Gebilde.

Zur Ergänzung der Kenntnisse von den Formen des Gehirns ist es von Nutzen, auch noch einige Schnitte zu betrachten. Von solchen ist der Medianschnitt besonders lehrreich (*170*). Er läßt erkennen, wie sich die ursprünglichen Abschnitte des Hirnrohres im Lauf ihrer Ausbildung über einander geschoben haben und wie sich das Ventrikelsystem verhält. Beginnt man die Betrachtung mit dem Rautenhirn, dann sieht man, wie auf den gestreckten Medianschnitt des verlängerten Markes der in seinem basalen Teil oval aussehende Durchschnitt der Brücke folgt. Über sie ist das Kleinhirn hingelagert, welches nach vorn bis zu den Vierhügeln, nach hinten bis gegen das Ende des verlängerten Markes reicht. Die Durchschnitte der blätterigen Windungen geben dem Durchschnitt des Kleinhirns etwas ungemein Charakteristisches. Der Zentralkanal setzt sich vom vorderen Ende des Rückenmarkes in das verlängerte Mark fort und rückt in diesem immer weiter dorsalwärts, bis er sich endlich zum vierten Ventrikel erweitert. Dieser zieht sich unter dem Kleinhirn nach vorn, verengt sich immer mehr und wandelt sich, wie erwähnt, schließlich zum Aquädukt um. Unter dem Kleinhirn hebt sich das hinten flache Lumen des Ventrikels zeltartig empor. Auch die aus dem Mesencephalon entstandenen Hirnteile (Lamina quadrigemina) sieht man noch in der Flucht der tieferen Abteilungen aufsteigen. Unter dem Aquädukt schließen sich die Hirnschenkel der Brücke an, über dem Ventrikelsystem folgt erst das dünne Markblatt des Velum medullare anterior auf das Kleinhirn und diesem wieder die verdickte Vierhügelplatte.

Nun gelangt man in das Bereich des Prosencephalon. Der enge Aquädukt öffnet sich nach vorne in die zwar enge aber tiefe Spalte des dritten Ventrikels. Dieser fällt nach vorn hin deutlich ab und zeigt also noch beim Erwachsenen die Knickung des Embryonalgehirnes. Oben wird die Mündung des Aquäduktes, Aditus ad aquaeductum cerebri, durch eine nach oben umgebogene Platte begrenzt, den Durchschnitt der Commissura posterior und der darüber liegenden Commissura habenularum. Von dieser letzteren geht die Zirbeldrüse, Corpus pineale, aus, welche sich nach hinten über den Anfang der Vierhügelplatte lagert (*191*). Die mediale Fläche des Thalamus läßt den Durchschnitt der Massa intermedia erkennen und vor ihm öffnet sich das Foramen interventriculare Monroi, welches in den Seitenventrikel führt. Von diesem wieder gewinnt man einen guten Überblick über das gegenseitige Verhalten der vorderen Kommissur, des Fornix, des Septum pellucidum und des Corpus callosum. Der Durchschnitt des letzteren erstreckt sich weit rückwärts bis nahe über das Kleinhirn. Man sieht wie der Boden des dritten Ventrikels im wesentlichen aus einer dünnen Platte besteht, dem Tuber cinereum, welche vor dem Infundibulum von dem Chiasma opticum in der Art eingedrückt wird, daß hinter ihm ein Recessus infundibuli und vor ihm ein Recessus opticus erscheint. Die Lamina terminalis setzt die zarte Platte des Bodens des dritten Ventrikels nach vorne und oben fort.

Die mediale Seite der Großhirnhemisphären fällt steil ab, sie zeigt die gleichen mäandrischen Windungen, wie die gewölbte laterale.

Frontalschnitte des Großhirns geben natürlich ein verschiedenes Bild, je nachdem sie weiter vorne oder weiter hinten angelegt sind. Ein solcher, welcher an der Basis durch die Corpora mamillaria führt (*181*), zeigt außen die gebänderten Durchschnitte der Rindenwindungen. Die tief einspringende Fossa lateralis Sylvii läßt auf ihrem Grund die Insel erkennen. Der dritte Ventrikel sowie der Lateralventrikel und die sie trennende

dünne Scheidewand sind sichtbar. Über dem Ventrikelsystem erstreckt sich der Durchschnitt des Corpus callosum hin, an dessen Unterseite der Durchschnitt des Fornix angefügt ist. Die großen Ganglien des Zwischenhirns und Endhirns sind getroffen, und zwar der Thalamus in weiter Ausdehnung, das Corpus striatum ist zweimal durchschnitten. Oben auf dem Boden des Seitenventrikels erblickt man den kleinen Durchschnitt des Nucleus caudatus, in der Tiefe neben der Insel den großen Durchschnitt des Linsenkerns. Vom Thalamus ist er durch die innere Kapsel, Capsula interna, getrennt, von der Insel durch die äußere Kapsel, Capsula externa und die Vormauer, Claustrum. Über der Basis des Gehirns ist der Durchschnitt des Unterhornes des Seitenventrikels zu sehen, mit dem Hippocampus. Alles Übrige mag der speziellen Beschreibung vorbehalten sein, ebenso die Beschreibung anderer weiter nach vorn und weiter nach hinten liegender Frontalschnitte, deren Verständnis nicht schwierig ist, wenn man erst die gegenseitige Lage der Gehirnstrukturen kennt.

Durchschnitte des Kleinhirns und der übrigen Teile des Rhombencephalon werden ebenfalls erst verständlich, wenn sie zugleich mit der eingehenderen Besprechung betrachtet werden.

## Genauere Betrachtung der einzelnen Gehirnabschnitte.

# I. Rautenhirn, Rhombencephalon.

Das Rautenhirn nimmt den Raum der hinteren Schädelgrube ein und wird von den höheren Teilen des Gehirns durch das Tentorium cerebelli (s. unten) getrennt. Dasselbe besitzt hinter der Sattellehne einen Ausschnitt, durch welchen das Rautenhirn mit den vorderen Teilen des Gehirns in Zusammenhang steht.

Nach der auf S. 122 stehenden Tabelle umfaßt das Rautenhirn das verlängerte Mark, Medulla oblongata, die Brücke, Pons und das Kleinhirn, Cerebellum, sowie die im Isthmus vereinigten Verbindungen des Rautenhirns zum Großhirn.

### Gröbere Bauverhältnisse.

#### Das verlängerte Mark, Medulla oblangata[1]).

Das verlängerte Mark ist das Derivat des Nachhirns, des letzten Gehirnbläschens. Es setzt sich ohne Grenze aus dem kranialen Ende des Rückenmarkes fort. In seiner äußeren Gestaltung gleicht es diesem nur anfänglich, neu auftretende Formationen und Umlagerungen von Faserzügen machen sich sehr bald auch in der äußeren Erscheinung geltend.

Die vordere und hintere Medianfurche gehen ohne Unterbrechung als Fissura mediana anterior und posterior auf das verlängerte Mark über, dasselbe in zwei symmetrische Hälften scheidend, auch die Stränge des Rückenmarkes findet man an ihm wieder, doch erleiden sie wichtige Änderungen. Aus dem Vorderstrang wird durch allmähliches Anschwellen die Pyramide, Pyramis. In ihrem Bereich wird die vordere Fissur durch die Pyramidenkreuzung, Decussatio pyramidum, unterbrochen, welche aus 3—4, von jeder Seite aufsteigenden und sich verschränkenden Bündeln besteht. Am hinteren Rand der Brücke werden die beiden Pyramiden unsichtbar, indem sie in diesen Gehirnteil eintauchen; die sie trennende Medianfissur schließt mit einer dreiseitigen Vertiefung, Foramen caecum, ab (187).

[1]) Bulbus rhachidicus.

Der Seitenstrang wird durch einen Sulcus lateralis anterior und posterior, wie am Rückenmark (S. 110) begrenzt. In seinem oberen Teil tritt eine längliche Hervorragung auf, welche man mit einer aus der Hirnoberfläche heraussehenden Olive verglichen hat, die Olive, Oliva (*188*). Um ihr kaudales Ende gehen bogenförmige Fasern, Fibrae arcuatae externae[1]), herum, auch über ihre Oberfläche sieht man solche, wenn auch meist in schwacher Ausbildung, hinlaufen. Vor und hinter der Olive bleibt am Seitenstrang noch Platz für je ein Bündel längsverlaufender Fasern, ein vorderes schlankeres, ein hinteres stärkeres.

Die Fortsetzung des Hinterstranges des Rückenmarkes wandelt sich am verlängerten Mark zum Strickkörper, Corpus restiforme[2]) um. Die beiden Teile, in welche sich der Hinterstrang schon am Halsmark getrennt hatte, der zarte Strang, Fasciculus gracilis und der Keilstrang, Fasciculus cuneatus, (S. 110) setzen sich auch auf das verlängerte Mark fort, durch eine feinste Furche zerfällt der letztere in einen Fasciculus cuneatus medialis und lateralis. Jeder der drei Stränge schwillt zu einer Verdickung an und zwar der zarte Strang zur Keule, Clava, der mediale Keilstrang zum Tuberculum cuneatum, der laterale Keilstrang zum Tuberculum cinereum[3]). Clava und Tuberculum cinereum stehen ungefähr in gleicher Höhe, das Tuberculum cuneatum etwas höher (*189, 190*).

In der Höhe der Keule weichen die Strickkörper nach beiden Seiten auseinander, um dem Kleinhirn zuzustreben und es bleibt zwischen ihnen nur eine Platte einfachen Epithels (Ependym), Lamina chorioidea epithelialis, übrig, welche sich brückenförmig von dem einen Strickkörper zum anderen ausspannt. Dieselbe wird durch eine den Hirnhäuten angehörige bindegewebige Lamelle unterlegt und verstärkt. Der Zentralkanal erweitert sich durch dieses Auseinanderweichen zum vierten Ventrikel. Die Stelle, von welcher aus die Strickkörper divergieren, also der Beginn der Rautengrube, erscheint kaudalwärts zugespitzt, man nennt sie den Schreibgriffel, Calamus scriptorius (*189*).

Im Inneren zeigt sich das verlängerte Mark zusammengesetzt aus solchen Gebilden, welche schon im Rückenmark vorhanden waren, besonders also aus Ursprüngen und Endigungen peripherischer Nerven, und aus Umschaltungs- und Assoziationsapparaten, welche neu hinzukommen.

### Brücke, Pons (Varoli).

Das Hinterhirn, welches auf das durch das verlängerte Mark repräsentierte letzte Gehirnbläschen folgt, erfährt in der äußeren Form tiefgreifende Umwandlungen, welche sich dadurch erklären, daß die höheren Provinzen des Zentralnervensystems auf diesen Gehirnteil einen erheblichen Einfluß ausüben, und daß in ihm selbständige Zentren von hoher Bedeutung lokalisiert sind.

Aus dem ventralen Teil der Hinterhirnanlage bildet sich die Brücke. Sie legt sich wie ein breiter, vorn und hinten scharf abgesetzter Wulst quer über die Oberfläche der Gehirnbasis. In der Mittellinie ist sie zu einer seichten Rinne, Sulcus basilaris, vertieft, in welcher die Arteria basilaris nach vorwärts verläuft. Die Brücke verschmälert sich jederseits zu einem rundlichen Strang, dem Brückenarm, Brachium pontis[4]), welcher sich in die Unterseite des Kleinhirnes einsenkt. Die freie Oberfläche der Brücke

[1]) Fibrae arciformes.
[2]) Pedunculus cerebelli, Crus cerebelli ad medullam oblongatam.
[3]) Tuberculum Rolandi.
[4]) Crus cerebelli ad pontem.

besteht aus quer gelagerten Nervenbündeln. Die Faserrichtung der vordersten ist jedoch nicht rein quer, sondern schräg nach hinten abgelenkt, Fasciculus obliquus (*187, 188*), so daß sie in den Brückenarmen angekommen, die hinteren Faserbündel decken. Nicht selten säumt ein feines weißes Faserbündel den vorderen Rand der Brücke in größerer oder geringerer Breite; man bezeichnet es als Fila lateralia pontis (*188*)[1]). Wir werden unten sehen, daß die oberflächlich gelegenen Züge der Brücke, welche wie eine Kommissur der beiden Kleinhirnhemisphären aussehen, den inneren Bau dieses Gehirnteiles nicht erkennen lassen.

Im Inneren unterscheidet man diejenigen Teile, in welche sich die Hauptbestandteile des verlängerten Markes fortsetzen, als Haube, Tegmentum von denen, welche den der Brücke speziell zugehörigen Apparat enthalten; sie liegen an der Basis, weshalb sie als Fuß, Pes, bezeichnet werden.

### Kleinhirn, Cerebellum.

Der dorsale Teil des Hinterhirns wandelt sich zum Kleinhirn um (*208, 209*). Es bildet den weitaus größten Teil des Rautenhirns und lagert sich nach hinten über das verlängerte Mark, mit seinem rostralen Teil deckt es das Velum medullare anterius. Wie schon bekannt ist, besteht es aus den beiden Hemisphären, Hemisphaeria, und einem unpaarigen Mittelteil, welchen man Wurm, Vermis, nennt. Bei ihm handelt es sich nicht etwa um eine Kommissur, wie bei den symmetrischen Säulen des Rückenmarks, sondern vielmehr um den eigentlich ursprünglichen Teil des Kleinhirns, während die Hemisphären spätere Erwerbungen sind (Edinger). Es hängt dies damit zusammen, daß das Kleinhirn in nächstem Zusammenhang mit den Bewegungen des Körpers, insbesondere mit denen der Extremitäten steht, daß es also mit deren Tätigkeit entweder stärker oder schwächer ausgebildet ist. Daher ist auch die Erscheinung des Kleinhirns in der Wirbeltierreihe eine sehr wechselnde. Beim Menschen, dessen vordere Extremitäten so besonders fein ausgearbeitet sind, besitzen die Hemisphären des Kleinhirns eine erhebliche Größe (vgl. Bolk 1906).

Bei der Entwickelung besteht das Kleinhirn zuerst aus einem quergestellten Wulst, auf welchem zwei Furchen drei hintereinander gelegene Teile abgrenzen. Nur der mittlere entfaltet sich nach beiden Seiten besonders mächtig und bildet dadurch den größten Teil der Hemisphären, während der vordere und hintere im Wachstum zurückbleiben.

An einem ausgebildeten menschlichen Gehirn lassen sich an der oberen dachförmig gestalteten Fläche die Hemisphären vom Wurm nicht genau abgrenzen, wohl aber an der unteren, wo der Wurm in der Tiefe der Vallecula (S. 127) liegt und einen medianen gegliederten Wulst bildet, welcher in der Tat einem Ringelwurm ähnlich ist. Der Wurm ist kürzer als die Hemisphären, woher es kommt, daß der vordere und hintere Rand des Kleinhirns eingekerbt ist. Die vordere Einkerbung, Incisura cerebelli anterior, ist nur seicht, die hintere, Incisura cerebelli posterior, tief.

Die Oberfläche des Kleinhirns ist grau und trägt blätterige, leistenförmige Windungen, Gyri, zwischen welchen Furchen, Sulci, in die Tiefe dringen. Dieselben schneiden mehr oder weniger tief ein und man hat die tiefsten dazu benützt, um Lappen, Lobuli, der Oberfläche zu unterscheiden (*191*). Da die Windungen von Wurm und Hemisphären direkt ineinander übergehen, entspricht immer ein Lappen der einen einem solchen der anderen. Man pflegt sie wie folgt zu benennen.

[1]) Taenia pontis.

| | |
|---|---|
| Wurm . . . . . | Hemisphäre, |
| Obere Fläche . . . . . | Obere Fläche, |
| Lingula cerebelli . . . . . | Vinculum lingulae, |
| Lobulus centralis . . . . . | Ala lobuli centralis, |
| Monticulus . . . . . | Lobulus quadrangularis, |
| (Culmen, Declive) . . . . | (Pars anterior, Pars posterior), |
| Folium vermis . . . . . | Lobulus semilunaris superior, |
| Untere Fläche . . . . . | Untere Fläche, |
| Tuber vermis. . . . . | Lobulus semilunaris inferior, |
| Pyramis . . . . . | Lobulus biventer, |
| Uvula . . . . . | Tonsilla, |
| Nodulus . . . . . | Flocculus. |

Das Zünglein, Lingula cerebelli, ist der am weitesten vorgeschobene Teil des Kleinhirns. Es besteht aus vier bis sechs ganz flachen Windungen, welche auf dem Velum medullare anterius liegen. Das Vinculum lingulae [1]) ist ein dünnes Blättchen, welches jederseits aus der Lingula hervorgeht und sich auf der oberen Fläche des Brückenarmes festheftet. Beide werden von dem überhängenden vorderen Rand des Kleinhirns ganz verdeckt (*210*).

Das Zentralläppchen, Lobulus centralis, liegt in der Incisura cerebelli anterior und deckt die Lingula. Die Ala lobuli centralis ist eine kleine Gruppe von Windungen, welche sich am vorderen Rand der Hemisphäre hinziehend, beiderseits an das Zentralläppchen anschließen (*210*).

Der Berg, Monticulus [2]) bildet den weitaus größten Teil des Oberwurmes. Er besteht aus zwei Teilen, dem Gipfel, Culmen [3]), und dem nach hinten abfallenden Abhang, Declive. Beide sind durch einen bis ganz in die Tiefe gehenden Spalt getrennt. Der an sie beiderseits sich anschließende vierseitige Lappen, Lobulus quadrangularis [4]), bildet die Hauptmasse der oberen Hemisphärenfläche; in ihn setzt sich vom Monticulus her der erwähnte Spalt fort und trennt ihn in einen vorderen und hinteren Teil, Pars anterior [5]) und posterior (*210*) [6]).

Das Wipfelblatt, Folium vermis [7]) ist eine dünne und kurze Leiste, welche den Wurm in der Incisura cerebelli posterior nach hinten abschließt. Die von ihm ausgehenden oberen halbmondförmigen Lappen, Lobuli semilunares superiores [8]) beginnen demgemäß schmal und verbreitern sich, während sie in bogenförmigem Verlauf den hinteren Umfang des Lobulus quadrangularis umkreisen (*210*).

Ein tief einschneidender Sulcus horizontalis cerebelli [9]) trennt den oberen halbmondförmigen Lappen um den ganzen Rand des Kleinhirns herum von den Windungen der unteren Hemisphärenseite ab.

An der unteren Seite des Kleinhirns sind zuerst die drei Verbindungsarme zu erwähnen, Corpus restiforme, Brachium pontis und Brachium conjunctivum, welche, wie erwähnt, die Verbindung mit der Umgebung herstellen. Sie vereinigen sich zu

[1]) Ala lingulae, Frenulum lingulae.
[2]) Vermis superior anterior, Lobus superior.
[3]) Cacumen.
[4]) Lobulus superior anterior. Lobulus quadratus.
[5]) Lobulus lunatus anterior.
[6]) Lobulus lunatus posterior.
[7]) Folium cacuminis, Commissura tenuis.
[8]) Lobulus superior posterior.
[9]) Sulcus horizontalis magnus.

einer auf dem Durchschnitt keulenförmigen Markmasse, welche sich in das Innere des Organs einsenkt (212). Sie liegen in einer windungslosen, spaltförmigen Vertiefung, Fissura transversa cerebelli, welche stark nach vorne hin verschoben ist. Vor derselben sieht man auf die nach unten umgebogenen Teile der Oberseite, den Lobulus centralis mit seiner Ala und den vorderen Umfang des Lobulus quadrangularis. Hinter der Fissura transversa gelangt man dann auf die eigentliche Unterfläche des Kleinhirns. Wie wir schon wissen, liegt der Wurm in der vertieften Vallecula cerebelli, während die Hemisphären konvex gestaltet sind und kräftig hervortreten. Ihr Relief, ist ein weit reicheres, wie das der oberen Seite. Gehe ich von dem hinteren Umfang, das heißt also von dem Sulcus horizontalis aus, dann reihen sich einzelne Teile in folgender Weise aneinander:

Der Wulst des Wurmes, Tuber vermis[1]), ist der auf das Wipfelblatt folgende Teil des Wurmes; von ihm gehen nach beiden Seiten die unteren halbmondförmigen Lappen, Lobuli semilunares inferiores[2]), aus, welche die umgekehrte Form, wie die gleichnamigen Lappen der Oberseite zeigen, indem sie an ihrer medialen Seite breit, an der lateralen zugespitzt erscheinen (*211*, *212*).

Die Pyramide, Pyramis cerebelli, schließt sich in der Mittellinie an den Wulst an. Von ihm geht beiderseits der zweibäuchige Lappen, Lobulus biventer[3]) aus. Er beginnt schmal an der Pyramide und verbreitert sich nach der Seite hin keilförmig. Gewöhnlich wird er durch eine etwas tiefere Furche in einen medialen und einen lateralen Teil geschieden. Seine mediale Fläche ist zur Aufnahme der Kleinhirnmandel ausgehöhlt. An der lateralen Fläche ist er mit einem Eindruck, Impressio jugularis, versehen, der dem Tuberculum jugulare des Hinterhauptsbeines entspricht. Die Richtung der Furchen und Wülste wird in diesem Lappen eine mehr sagittale (*212*).

Das Zäpfchen, Uvula cerebelli[4]), schließt sich an die Pyramide an. Es trägt acht bis zehn Randwülste und sieht aus wie von den anliegenden Hemisphärenteilen seitlich zusammengedrückt. Diese letzteren sind die Mandeln, Tonsillae cerebelli. Sie sind von elliptischer Form mit sagittal gestelltem längstem Durchmesser; der Verlauf ihrer Randwülste ist ein sagittaler. In der Mitte ihres Verlaufes legen sie sich mit ihren medialen Flächen so nahe aneinander, daß sie die Uvula decken und man muß sie etwas auseinanderziehen, um das Zäpfchen zu Gesicht zu bekommen; vorn und hinten weichen sie auseinander und lassen die Teile des Wurmes zwischen sich frei (*212*)[5]).

Das Knötchen, Nodulus, ist der vorderste Abschnitt des Unterwurmes; es besteht aus einigen Wülsten. Sein Hemisphärenteil, die Flocke, Flocculus, ist weit zur Seite gerückt und bildet eine sehr charakteristische Windungsgruppe, welche bei der Betrachtung der Gehirnbasis sogleich auffällt. Sie liegt auf dem Brückenschenkel und geht mit ihrem medialen Ende in einen stielartigen Markstreifen, Pedunculus flocculi, über. Derselbe setzt sich medianwärts in ein dünnes Markblättchen fort, das Velum medullare posterius, welches wie ein Vorhang vor der vorderen Spitze der Tonsille herabhängt und die Verbindung mit dem Knötchen herstellt. Einige

[1]) Tuber valvulae.

[2]) Lobulus posterior inferior. Der vordere Teil dieses Lappens wird auch als Lobulus gracilis bezeichnet.

[3]) Lobulus cuneiformis, Lobulus inferior anterior, Lobulus gracilis et cuneiformis.

[4]) Lobus intertonsillaris.

[5]) Schneidet man die Tonsilla aus, dann blickt man hinter dem Velum medullare posterius (s. unten) in eine taschenartige Bucht, welche man als Vogelnest, Nidus avis, bezeichnet hat.

kleine Windungen, welche nicht selten neben der eigentlichen Flocke auf dem Brückenarm liegen, bezeichnet man als Flocculus secundarius (*212*).

Trotzdem, daß die Flocke so weit zur Seite gerückt ist, gehört sie ihrer Bedeutung nach doch mehr mit dem Wurm zusammen, als die anderen Teile der Kleinhirnhemisphären, da die vergleichend-anatomische Untersuchung erweist, daß sie augenscheinlich dem ältesten Teil des Kleinhirns zuzurechnen ist (Edinger).

In das Innere des Kleinhirns treten die drei Verbindungsarme ein und entfalten sich dort zu dem ansehnlichen Markkern, Corpus medullare (*213*). Von ihm aus erstrecken sich Markleisten, Laminae medullares, in die Windungen hinein. Der Durchschnitt des Kleinhirns zeigt deshalb ein baumförmiges Aussehen, was zu dem Namen Arbor vitae Veranlassung gegeben hat. Auch im Wurm findet man einen Markkern, welcher jedoch nur als dünne Platte ausgebildet ist, Arbor vermis (*191*). Von gangliösen Einlagerungen in den Markkern wird nachher die Rede sein.

### Isthmus rhombencephali.

Nach Ausweis der Tabelle auf S. 122 besteht sein dorsaler Teil aus den Bindearmen des Kleinhirns und dem vorderen Marksegel, sein ventraler aus dem hinteren Teil der Großhirnschenkel.

Die Bindearme, Brachia conjunctiva cerebelli (*189*)[1], sind rundliche, weiße Markstränge, welche sich vom Markkern des Kleinhirns bis zum Mittelhirn erstrecken. Nach vorne hin nähern sie sich einander fast bis zur Berührung. In der Mitte spannt sich zwischen ihnen eine sehr dünne, dreiseitige Markplatte aus, das vordere Marksegel, Velum medullare anterius[2]), welche nach hinten mit dem Markkern des Kleinhirns, nach vorne mit der Vierhügelplatte und zu beiden Seiten mit den Bindearmen zusammenhängt (*210*). Der hintere unter dem Wurm versteckte Teil ihrer oberen Fläche trägt die erwähnte Lingula des Kleinhirns, aus der Mitte des vorderen Randes steigt zur Vierhügelplatte ein flacher Markstreifen auf, das Frenulum veli medullaris anterioris. Zu beiden Seiten desselben treten die Nn. trochleares aus, von welchen nachher gesprochen werden wird. Die untere dem Ventrikelsystem zugekehrte Seite des Marksegels ist glatt, besitzt jedoch eine mediane Furche.

An der Seitenfläche des Isthmus findet man ein etwas gewulstetes dreiseitiges Feld, welches der unten näher zu beschreibenden Schleife angehört, Trigonum lemnisci (*189*). Es ist mit seinem hinteren Teil zwischen den Bindearm und den Brückenarm eingeschoben, welche das Feld oben und unten begrenzen; sein vorderer Teil reicht bis in das Gebiet des Mittelhirns hinein und wird oben vom Brachium quadrigeminum inferius, unten vom Großhirnstiel begrenzt, welcher durch eine Furche, Sulcus lateralis mesencephali, vom Schleifendreieck abgegrenzt wird.

Der Großhirnstiel wird weiter unten seine Würdigung finden.

### Vierter Ventrikel[3]), Ventriculus quartus.

Von ihm ist schon mehrfach die Rede gewesen. Es sei nochmals erwähnt, daß er das ganze Rautenhirn durchzieht. Er geht aus dem Zentralkanal des Rückenmarkes in der Art hervor, daß sich dieser im verlängerten Mark immer mehr der dorsalen Seite nähert, wobei er sich zu einem in der Medianebene stehenden Schlitz umwandelt.

[1]) Crura cerebelli ad corpora quadrigemina.
[2]) Velum medullare superius. Valvula Vieussenii.
[3]) Hirnkammer.

Endlich erweitert er sich in der auf S. 127 beschriebenen Weise zum Ventrikel. Die Form desselben wird bedingt durch den Verlauf der Corpora restiformia und der Brachia conjunctiva cerebelli. Die ersteren weichen, wie bekannt, auf ihrem Weg zum Kleinhirn auseinander, die letzteren treten auf ihrem Weg vom Kleinhirn zur Vierhügelplatte immer mehr zusammen. Dadurch spitzt sich der von ihnen eingeschlossene Ventrikel nach vorn und hinten zu und läuft ungefähr in der Mitte zu beiden Seiten in eine winkelige Erweiterung, Recessus lateralis, aus. Seine Gestalt wird somit eine rhombische (*175*).

Die Decke des vierten Ventrikels, Tegmen ventriculi quarti, wird nach den drei Abteilungen, welchen er angehört, von verschiedenen Gebilden hergestellt. Im Bereich des Nachhirns besteht sie aus der erwähnten einfachen Lage von Ependymzellen, Lamina chorioidea epithelialis, welche durch eine der Pia mater angehörige Bindegewebsplatte (S. 130), die Tela chorioidea ventriculi quarti (s. unten), verstärkt wird. Im Bereich des Hinterhirns wird sie vom Cerebellum, im Bereich des Isthmus vom Velum medullare anterius gebildet. Die erstgenannte epitheliale Platte heftet sich mit einem etwas verdickten Saum an der dorsalen Fläche des verlängerten Markes fest und wenn man sie entfernt, dann kann man sehen, wie dieser Saum hinten mit einem zarten dreieckigen Plättchen beginnt, dem Riegel, Obex (*189*), welcher sich nächst der Spitze des Calamus scriptorius über die Öffnung des Zentralkanales herüberspannt. Von ihm aus geht die Anheftungslinie, Taenia ventriculi quarti genannt, nach beiden Seiten divergierend vorwärts, wendet sich um den Recessus lateralis herum und gelangt bis zum Flockenstiel, mit welchem sie sich verbindet, und zuletzt zum Nodulus (*189*).

Im ganzen hat die Decke des vierten Ventrikels die Form eines Zeltes, dessen Firste, Fastigium, zwischen dem Velum medullare anterius und dem Nodulus des Kleinhirns aufsteigt (*175*).

Der Boden des vierten Ventrikels wird, wie gesagt, von den Wülsten der Strickkörper hinten, von denen der Bindearme vorne eingefaßt und bildet eine leicht vertiefte, rhombische Fläche von grauer Farbe, die Rautengrube, Fossa rhomboidea (*189*). Man kann sie nach den drei Abteilungen, aus welchen sich das Rautenhirn zusammensetzt, in eine Pars inferior, intermedia und superior teilen, ohne daß jedoch eine deutliche Grenze zwischen ihnen zu finden wäre. Als solche könnte man etwa die Gegenden der sogleich zu erwähnenden Foveae inferior und superior ansehen, so daß die seitliche Ausbuchtung des Recessus lateralis dem Mittelteil angehört. Das zugespitzte hintere Ende der Rautengrube führt, wie erwähnt (S. 130), den Namen Calamus scriptorius. In der Mittellinie zieht sich durch die ganze Länge der Rautengrube eine Längsfurche, Sulcus longitudinalis medianus, welche sie in zwei symmetrische Teile trennt. Jederseits von dieser Furche findet man einen schmalen und flachen Längswulst, Eminentia medialis (*189*). Er ist das Ursprungsgebiet der motorischen Nerven des Rautenhirns (*203*). An ihrer lateralen Seite wird die Eminentia medialis flankiert von einer Furche, Sulcus limitans fossae rhomboideae. Er ist der oben (S. 122) erwähnte Sulcus limitans, welcher in der Entwickelung den dorsalen von dem ventralen Halbring des Hirnrohres trennt. Dadurch, daß sich der Zentralkanal zu dem geräumigen vierten Ventrikel erweitert hat, werden die Teile der grauen Säulen, welche im Rückenmark hinter ihm lagen, zur Seite geschoben und flach ausgebreitet, so daß sie jetzt neben die des vorderen Halbringes zu liegen kommen. Man findet demnach in diesen seitlichen Teilen die Kerngebiete der sensiblen Nerven (*203*).

Die Eminentia medialis beginnt im Calamus scriptorius zugespitzt und verbreitert sich rasch. Man nennt diesen hintersten Teil Trigonum nervi hypoglossi. Nach

dem Mittelteil des Ventrikels nimmt sie noch weiter an Breite zu, um sich gegen den obersten Teil hin wieder zu verschmälern. An der breitesten Stelle, welche sich in der Höhe des Abganges der Bindearme von dem Kleinhirn befindet, schwillt der Wulst zum Colliculus facialis an (*189*), sonst ist er glatt.

Das seitliche (sensible) Feld des Bodens der Rautengrube ist reicher gegliedert. Aus dem Calamus scriptorius steigt jederseits neben dem Trigonum nervi hypoglossi ein dreieckiges nach vorne zugespitztes Feld von dunklerer Farbe auf, die Ala cinerea. Ihre Spitze pflegt etwas eingesunken zu sein und man nennt diese Stelle Fovea inferior[1]). Seitlich und nach vorn von der Ala cinerea folgt ein breites dreieckiges Feld, Area acustica (*189*), dessen Basis medianwärts sieht und sich vom Calamus scriptorius bis zur Fovea superior erstreckt, einer Vertiefung des Sulcus limitans neben dem Colliculus facialis. Die Spitze des Hörfeldes ist seitlich unmittelbar hinter dem in das Kleinhirn aufsteigenden Brückenarm auf dem Strickkörper zu suchen, wo sie in eine flache Erhabenheit, Tuberculum acusticum, übergeht. Über die Area ziehen von diesem Höcker zum Sulcus longitudinalis hin Striae medullares, welche sich durch ihre weiße Farbe von dem grauen Grund deutlich abheben. Sie sind an Zahl und Richtung überaus verschieden, einzelne können sogar in steilem Verlauf vorwärts ziehen. Vor den Striae medullares, wo der Ventrikel sich wieder zu verschmälern beginnt, folgt dann die erwähnte Fovea superior, einer eingezogenen Narbe ähnlich und häufig durch bläuliche Farbe ausgezeichnet, welche dem Durchscheinen einer Vene zuzuschreiben ist. Eine von braun pigmentierten Nervenzellen gefärbte, durch den dünnen Marküberzug durchschimmernde Stelle, Locus caeruleus, von etwa 1 mm Umfang, hat ihren Sitz am vorderen Ende der Rautengrube (*189*).

Die nun folgende Beschreibung der inneren Organisation wird lehren, was alle diese Dinge zu bedeuten haben.

## Innere Organisation des Rautenhirns.

Im Rautenhirn sammeln sich mit Ausnahme der beiden ersten, in letzter Linie sämtliche Gehirnnerven, nur zwei derselben (III und IV) schieben ihre Ursprünge noch bis in das Mittelhirn hinein vor. Die Gehirnnerven aber sind ihrer ganzen Bedeutung nach den Rückenmarksnerven an die Seite zu stellen und bestehen danach im Prinzip aus je einer vorderen motorischen Wurzel, welche aus Zellen stammt, die ihren Platz in der Fortsetzung der Vordersäule des Rückenmarkes haben und aus einer hinteren sensiblen Wurzel, deren Fasern in Ganglien entspringen, welche den Spinalganglien gleich sind. Die sensiblen Fasern senken sich ins Gehirn ein und treten in Ansammlungen von Zellen, welche denen der Hintersäulen des Rückenmarkes entsprechen. Doch sind im ausgebildeten Zustand die ursprünglichen Verhältnisse in mannigfacher Weise verwischt, indem die eine der beiden Wurzeln beträchtlich reduziert wird oder ganz verschwindet, indem auch die Kontinuität der Zellsäulen streckenweise unterbrochen ist. Die Zellenansammlungen, in welche die Nerven eintreten oder von welchen sie ausgehen, nennt man Kerne, Nuclei, der einzelnen Nerven.

Die Zellgruppen, in welche die Fasern der aufsteigenden Stränge des Rückenmarkes eintreten, bezeichnet man ebenfalls als Kerne, obgleich sie ihrer Bedeutung nach etwas ganz anderes sind, wie die eben erwähnten. Sie sind durch das ganze Gehirn hindurch verbreitet und stellen dessen wichtigste und ausschlaggebende Teile dar. Sie sind

[1]) An ihrem hinteren Ende kann sie ein schmales rhombisches Leistchen einschieben, welches aus der Medianfurche aufsteigt und dem vorderen Rand der Clava folgt, Area postrema (Retzius).

als Zentren höherer Ordnung anzusehen, welche den Strangzellen des Rückenmarkes an die Seite zu setzen sind und erklären sich dadurch, daß jede Nervenleitung im Gehirn aus einer Kette von Neuronen besteht, welche sich bis zu ihrem definitiven Ende in der Rinde des Großhirns erstreckt. Daß eine Nervenfaser nicht ununterbrochen durch das ganze Gehirn verläuft, liegt nicht etwa daran, daß sie eine gewisse Länge nicht überschreiten könnte, denn der ganze Nervenfaserverlauf in der Peripherie und Beispiele im Zentralnervensystem selbst erweisen, daß die ununterbrochene Länge einer Nervenfaser an sich keiner Beschränkung unterliegt, der Sinn der Endigung in der Umgebung neu auftretender Ganglienzellen ist vielmehr der, daß den Leitungen dadurch Gelegenheit geboten wird, mit Leitungen anderer Art und Herkunft in Verbindung zu treten. Man kann sich die Sache vorstellen unter dem Bild eines Marktplatzes, auf welchen verschiedene Wege hinführen und von ihm ausgehen, während auf dem Marktplatz selbst (in dem Kern) der Austausch in den allerverschiedensten Zusammenstellungen stattfindet.

Man hat also in diesen Kernen die Zentren für Reflexe und Assoziationen zu sehen. Je mehr solche Kerne auftreten, um so zahlreicher werden die Assoziationsbahnen. Dies bringt es aber mit sich, daß das Zentralorgan eine immer kompliziertere Struktur erhält und an Masse zunimmt.

### 1. Verlängertes Mark.

Wir gehen hier zuerst den Schicksalen der großen vom Rückenmark her bekannten Stränge nach.

Die Pyramidenbahn müßte zwar ihrer physiologischen Leitung nach eigentlich von oben nach unten verfolgt werden, doch mag es erlaubt sein, bei der Beschreibung den umgekehrten Weg einzuschlagen. Aufeinander folgende Querschnitte lehren, daß am oberen Ende des Rückenmarkes die Pyramidenseitenstränge nach der Mittellinie hindrängen. Sie dringen in die graue Substanz ein und zerklüften sie in der Art, daß die Hintersäule nur noch durch einen schmalen Hals mit der Substantia gelatinosa centralis zusammenhängt (*154*). Die weiße Kommissur wird immer mächtiger und die nach ihr hinstrebenden Pyramidenfasern werden rasch so massenhaft, daß sie sowohl den Kopf der Hintersäule wie den der Vordersäule völlig von der Verbindung mit den Zentralteilen der grauen Substanz löst (*192*). Diese letztere zieht sich dabei in die Breite und gewinnt auch in sagittaler Richtung an Mächtigkeit, während das Hinterhorn in demselben Maße nach vorne rückt, in welchem die Seitenstränge durch Faserabgabe an Volumen abnehmen (*193*). Die von den Seitensträngen gegen die Mittellinie vordringenden Kreuzungsfasern bilden zeitweilig so starke Bündel, daß sie beim Übertritt auf den Vorderstrang der anderen Seite auch makroskopisch an der Oberfläche des Zentralorgans sichtbar werden, die oben (S. 129) erwähnte Pyramidenkreuzung (*192*). Ist die Kreuzung vollendet, dann hat sich die frühere Pyramidenseitenstrangbahn mit der ungekreuzten Pyramidenvorderstrangbahn vereinigt und die beiden steigen jetzt gemeinsam als die dicken Bündel der Pyramidenstränge am vorderen Umfang des verlängerten Markes nach dem Gehirn auf. Sie gelangen an der ventralen Oberfläche des verlängerten Markes bis zur Brücke, in welcher wir ihre Schicksale nachher verfolgen wollen (*193—196*).

Die im Vorderstrang des Rückenmarkes außer den Zügen der Pyramidenvorderstrangbahn gelegenen Fasern werden zur Seite gedrängt und weichen immer mehr zurück; bald schließen sich ihnen neu auftretende Bahnen an.

Die sensiblen Bahnen verhalten sich nach ihrem Eintritt in das verlängerte Mark anders wie die motorischen, indem ihre Fasern in der Art endigen, daß sie sich

um die Zellen neu auftretender Kerne aufsplittern. Von diesen Kernen gehen dann neue Bahnen nach oben. Nur die Kleinhirnseitenstrangbahn bleibt an ihrer Stelle, um unverändert in den Strickkörper einzubiegen. Die neuen Kerne werden von der zentralen grauen Substanz nach hinten vorgeschoben. Als erster tritt ein solcher im zarten Strang auf, Nucleus fasciculi gracilis, welcher aufwärts an Umfang zunimmt (*193, 194*). Etwas höher oben entsteht im Keilstrang ebenfalls ein Kern, Nucleus fasciculi cuneati, welcher in seinem weiteren Verlauf nach oben die Verbindung mit der zentralen grauen Substanz aufgibt und der Teilung des Keilstranges in einen medialen und lateralen Teil entsprechend, in zwei Abteilungen zerfällt. In diesen Kernen endigen allmählich wohl sämtliche Fasern der Hinterstränge des Rückenmarkes. Durch die Abgabe sensibler Fasern in die Kerne wird der Fasermantel des Nucleus gracilis und cuneatus immer dünner, bis diese letzteren als die genannten Hervorragungen: Clava, Tuberculum cuneatum und cinereum an der Oberfläche erscheinen (*189*). Es gehen von den Kernen Züge aus, welche durch das verlängerte Mark in Bogen nach vorn und medianwärts verlaufen, Fibrae arcuatae internae (*205*)[1]). Sie kreuzen sich in der Mittellinie und es sieht aus, als dauerte die Pyramidenkreuzung noch an. Die Untersuchung fötaler Gehirne während der Markscheidenentwickelung aber beweist, daß man es in dieser scheinbaren Fortsetzung nicht mit motorischen Pyramidenfasern zu tun hat, sondern mit sensiblen Fasern zweiter Ordnung. Weiter nach oben, wenn auch diese Kreuzung ihr Ende erreicht hat, stellt sich dann wieder eine bescheidene Kommissur ein, ähnlich wie im Rückenmark, nur erscheint sie, entsprechend dem nun erheblich vergrößerten Platz zwischen Zentralkanal und vorderem Umfang des Markes, auf dem Querschnitt stark in die Länge gezogen und führt nun den Namen Raphe (*195*). In ihr kreuzen noch immer weitere Fibrae arcuatae internae. Nach der Kreuzung schlagen die Bogenfasern wieder einen vertikalen Verlauf ein und lagern sich dorsal von den Pyramiden, um als Tractus bulbothalamicus in die Höhe zu ziehen. Man bezeichnet diese sensible Bahn als Schleife, Lemniscus[2]), und die erwähnte Kreuzung, welche sich an die Pyramiden anschließt, als Schleifenkreuzung, Decussatio lemniscorum. Aus der Schleifenschichte gehen nicht nur die Fibrae arcuatae internae ab, sondern auch Fibrae arcuatae externae anteriores und posteriores. Die ersteren verlaufen gekreuzt; sie tauchen aus der vorderen Medianfissur auf und gelangen um die Oberfläche des verlängerten Markes herum in den Strickkörper. Die letzteren kreuzen nicht, sie schließen sich ebenfalls der Oberfläche des Markes, aber an seiner dorsalen Seite an und biegen ebenfalls in den Strickkörper ein. In den Fibrae arcuatae externae anteriores findet man einen kleinen Kern, Nucleus arcuatus[3]), eingelagert, welcher jedoch wahrscheinlich nur ein abwärts gerücktes Brückenganglion ist (*194, 196*).

Das Hinterhorn ist durch die Kerne des Strickkörpers ventralwärts verschoben, ohne jedoch den Raum auszufüllen, welchen die abgewanderten Pyramidenseitenstränge freigelassen haben. Es hat dort vielmehr noch ein ganz neuer Kern Platz, der Nucleus olivaris inferior (*194, 195*. Derselbe schwillt bald derartig an, daß er an der Oberfläche die Hervorragung der Olive (S. 130) bildet. Auf dem Querschnitt sieht der Olivenkern wie ein stark gefaltetes Band aus, körperlich gedacht hat man ihn mit einem halb offenen faltigen Beutel verglichen, dessen Öffnung, Hilus, medianwärts sieht. Die graue Substanz enthält neben einer beträchtlichen Menge von Gliagewebe viele rund-

[1]) Fibrae arciformes.
[2]) Laqueus.
[3]) Nucleus arciformis, Nucleus praepyramidalis.

liche, etwas pigmenthaltige, ziemlich gleichmäßig verteilte Ganglienzellen. Sie werden von reichen Geflechten von Fasern umgeben, welche vom Inneren der Olive an die Zellen herantreten und senden selbst wieder Fasern zur Verbindung mit anderen Teilen des Gehirns aus. Man hat in den Oliven ein höchst wichtiges Assoziationszentrum zu sehen, welches vor allem mit dem Kleinhirn in Verbindung steht (Tractus olivo-cerebellaris) (*201*). Die Fasern gelangen durch die Raphe und die gegenüberliegende Olive in den Strickkörper der anderen Seite, um zum Kleinhirn aufzusteigen. Bei Atrophie der einen Kleinhirnhemisphäre pflegt der Olivenkern der anderen Seite ebenfalls zu atrophieren. Neben dieser Bahn stehen die Olivenkerne auch in Verbindung mit Fasern, welche zum Rückenmark absteigen (Tractus olivo-spinalis) und solchen, welche nach dem Sehhügel verlaufen (Tractus thalamoolivaris). Zwei kleinere Kerne schließen sich an den Olivenkern an, die Nebenoliven, ein Nucleus olivaris accessorius medialis und dorsalis, von welchen der erstere, winkelig geknickt, zwischen Pyramidenstrang und Olivenkern eingeschoben ist, während der letztere an dessen dorsaler Seite liegt (*194, 195*).

Dorsal von den Oliven bis zu den Kernen der Gehirnnerven hin wird der Querschnitt des verlängerten Markes von der Substantia reticularis (*194*) eingenommen. Sie besteht aus Nervenbündeln, welche in verschiedener Richtung verlaufen und aus netzförmig verbundenen grauen Massen, welche den zwischen den Fasern freibleibenden Raum ausfüllen. Die retikuläre Substanz erstreckt sich vom kranialen Ende des Rückenmarkes bis zur Vierhügelgegend. In dem Abschnitt von der Raphe bis zu den seitlich von ihr durch die Substanz des verlängerten Markes verlaufenden Hypoglossuswurzeln handelt es sich in der Hauptsache um die horizontal verlaufenden Fibrae arcuatae internae und die longitudinal verlaufenden Fasern des medialen Längsbündels (s. unten) und der Schleife, während die graue Substanz sehr zurücktritt, man nennt daher diesen Teil Substantia reticularis alba. Lateral von den Hypoglossuswurzeln werden die Zwischenräume zwischen den Nervenbündelchen größer, die grauen Massen vermehren sich: Substantia reticularis grisea. Die in der grauen Substanz vorhandenen Zellen sind Assoziationszellen, welche verschiedene Höhen des Zentralorganes miteinander verknüpfen. Sowohl die Zellen, wie die Fasern haben gegen die der Formatio reticularis des Rückenmarkes (S. 112) beträchtlich zugenommen. In das graue Netz der Substantia reticularis grisea geht auch der von der zentralen grauen Substanz abgetrennte Teil der Vorderhörner des Rückenmarkes über (Nucleus nervi accessorii, Nucleus ambiguus), welche sich nach dem rostralen Ende des verlängerten Markes zu allmählich auflösen. An der lateralen Grenze der Substantia reticularis grisea liegen einige größere Gruppen von Ganglienzellen, welche man als Nucleus lateralis zusammenfaßt (*201*).

Nervenkerne. Im verlängerten Mark wurzeln die Hirnnerven vom zwölften bis zum zehnten. Im kaudalen Teil des Organs, wo der Zentralkanal noch geschlossen ist, finden sich die Kerne, ähnlich wie im Rückenmark, in dessen Umgebung, weiter rostral, wo sich der vierte Ventrikel geöffnet hat, sind sie an dessen Boden und tiefer in der Substanz des Markes zu suchen.

Nucleus nervi hypoglossi (*194, 195, 203, 204*). Wird von dem Teil der Vordersäule des Rückenmarkes gebildet, welcher bei ihrer Trennung durch die Pyramidenkreuzung mit der Substantia grisea centralis in Verbindung geblieben war. Er liegt als langgestreckte Zellensäule erst an der ventralen Seite des Zentralkanals und weiter oben an der entsprechenden Stelle der Rautengrube, wo er das Trigonum nervi hypoglossi (S. 135)

hervorruft; er erstreckt sich bis zu den Striae medullares hin. Die von dem Kern ausgehenden Bündel treten, wie erwähnt, zwischen der Substantia reticularis alba und grisea durch und gelangen an der lateralen Seite der Pyramiden ins Freie, wo sie sich so zusammenlegen, daß man sie ohne weiteres als direkte Fortsetzung der vorderen Rückenmarkswurzeln erkennt.

Eine sensible Wurzel des zwölften Gehirnnerven kommt nicht zur Ausbildung, da der Nerv keine Haut zu versorgen hat.

Von oben her aus der Hirnrinde nimmt er einen Zug auf, welcher im Tractus corticobulbaris abwärts zieht, über die Mittellinie hinweg kreuzt und in den Kern des Nerven eintritt.

Der N. hypoglossus ist der Nerv für die Zungenmuskulatur.

An der medialen und lateralen Seite des Hypoglossuskernes liegen Gruppen kleinster Ganglienzellen unbekannter Bedeutung, die erstere nennt man Nucleus paramedianus[1]), die letztere Nucleus intercalatus (*201*).

Nucleus nervi accessorii (*203, 204*). Besteht aus einem spinalen und einem zerebralen Teil. Der spinale beginnt schon weit unten im Rückenmark in der Höhe des sechsten bis fünften Cervikalnerven und erstreckt sich bis etwa zum Beginn des Hypoglossusursprunges. Seine Fasern, welche für die Halsmuskulatur bestimmt sind, werden von einer langen und ununterbrochenen Zellreihe der Vordersäule abgegeben, welche in deren lateralem Teil ihren Platz hat. Die Fasern steigen erst cerebralwärts auf, biegen dann in den horizontalen Verlauf um und treten endlich, nicht wie die motorischen Wurzelbündel der Spinalnerven nach vorne, sondern von der Seitenfläche des Rückenmarkes aus.

Der zerebrale Teil entspringt aus Zellen, welche den spinalen Kern fortsetzen, sich jedoch vom Vorderhorn getrennt haben. Sie erstrecken sich aufwärts bis in das Bereich der Olive, wo sie mit dem Vaguskern zusammenstoßen. Der Austritt der Bündel dieses Teiles erfolgt zwischen Olive und Strickkörper. Der zerebrale Teil des N. accessorius versorgt die Mm. sternocleidomastoideus und trapezius.

Nucleus nervi vagi et glossopharyngei (*195, 203, 204*). Die Kerne des zehnten und neunten Gehirnnerven stehen sich so nahe, daß man sie zum größten Teil nicht voneinander trennen kann. Beide Nerven sind gemischter Natur und müssen demnach sensible und motorische Kerne haben. Der Nervus vagus enthält besonders wichtige Abschnitte des visceralen Systems, welche in Beziehung zu Herz und Lunge stehen; neben einem somatisch-motorischen konnte man denn auch einen visceral-motorischen und einen visceral-sensiblen Kern nachweisen. Der somatisch-motorische Kern ist die Verlängerung des Kernes des Nervus accessorius; er liegt in der Substanz des verlängerten Markes, eingebettet in die seitlichen Teile der Substantia reticularis. Man findet ihn medial von dem immer noch vorhandenen Kopf der Hintersäule des Rückenmarkes. Er ist nicht scharf gegen die Umgebung abgegrenzt und führt daher den Namen Nucleus ambiguus (*195*). Er versorgt den Kehlkopf mit Bewegungsnerven. Die aus ihm entspringenden Fasern sind nicht zu größeren Bündeln vereinigt, sie steigen erst auf, wenden sich dann im Bogen abwärts und legen sich den sensiblen Fasern an. Der visceral-motorische Kern ist eng an die laterale Seite des Hypoglossuskernes angeschlossen und gelangt ventral von der absteigenden Trigeminuswurzel nach außen. Er versorgt Herz und Atmung. Der visceral-sensible Kern ist seitlich vom dorsalen Umfang des Zentralkanals zu finden. In der Rautengrube liegt er eine Strecke weit in der Ala cinerea

[1]) Nucleus eminentiae teretis.

oberflächlich, wird aber weiter rostral von dem Kern des Nervus vestibularis in die Tiefe gedrängt. Er erstreckt sich bis zu den Striae medullares hin. Ein Teil der zentripetalen Vagusfasern und die Hauptmasse der Glossopharyngeusfasern gelangen in den Tractus solitarius (*195, 201*). Dieser ist ein rundlicher Faserstrang, welcher ventrolateral von dem beschriebenen sensiblen Kern zu finden ist und auf Querschnitten des verlängerten Markes sogleich in die Augen fällt. Er wird von einer Ansammlung grauer Substanz begleitet, an deren Zellen die Fasern sukzessive endigen und ist, immer schwächer werdend, bis gegen die Schleifenkreuzung hinab zu verfolgen. Der Tractus solitarius enthält die Geschmacksfasern des Nervus glossopharyngeus, in ihn treten auch die im fünften und siebenten Gehirnnerven verlaufenden Geschmacksfasern ein.

Nach vorstehender Beschreibung ist es nun nicht schwierig die einzelnen Kerne und die wichtigsten Faserzüge in den Querschnitten des verlängerten Markes aufzufinden; nur zwei Gebilde, die spinale Trigeminuswurzel und das mediale Längsbündel sind nachher noch zu besprechen.

Überblicke ich zum Schluß noch die Tätigkeit des verlängerten Markes im ganzen, dann ist in erster Linie daran zu erinnern, daß in ihm die Zentren für diejenigen Nerven liegen, welche für die lebenswichtigsten Organe bestimmt sind; Verletzungen auf kleinstem Raume können den Tod herbeiführen. Sodann ist anzuführen, daß in ihm zum ersten Mal alle Fasern zusammenströmen, welche Rückenmark und Gehirn verbinden und daß in ihm ausgedehnte Assoziationseinrichtungen vorhanden sind. Niederstehende Wirbeltiere, bei welchen die höheren Provinzen des Gehirns nur schwach entwickelt sind, lassen natürlich von diesen Einrichtungen weit weniger erkennen, wie der hochstehende Mensch, doch fehlt ein wohlentwickeltes verlängertes Mark, in welchem die Vorrichtungen für das harmonische Zusammenwirken vieler Muskeln zusammenlaufen, niemals. Ein Gehirnteil, welcher für die Herztätigkeit, für die Atmung, für Schreien, für Saugen und noch vieles andere nötig ist, muß bei Beginn des extrauterinen Lebens sogleich in Tätigkeit treten, er ist deshalb auch bei der Geburt nicht nur vorhanden, sondern in seinen wesentlichen Teilen auch bereits ausgebildet.

### 2. Gebiet der Brücke.

Wie oben (S. 131) erwähnt wurde, unterscheidet man in der Brückengegend Haube, Tegmentum, und Fuß, Pes, voneinander. Die Haube liegt dorsal und ist am Boden des vierten Ventrikels sichtbar; sie setzt die Hauptbestandteile des verlängerten Markes nach oben fort und gehört ihrer ganzen Zusammensetzung nach dem Palaeencephalon an. Der Fuß liegt ventral und tritt an der Gehirnbasis an die Oberfläche. Er enthält die der Brücke eingentümlich zugehörigen Apparate; in ihnen hat man Gebilde vor sich, welche dem Neencephalon zuzurechnen sind.

Haube, Tegmentum. Betrachte ich zuerst die von dem verlängerten Mark her fortgesetzte Haube, dann ist zu sagen, daß sie die Ursprünge und Endigungen der Gehirnnerven enthält, welche sich an die des verlängerten Markes anschließen und zwar diejenigen des achten bis fünften. Außerdem findet man in ihr die Fortsetzung fast sämtlicher Bahnen, welche nach oben und nach unten verlaufen, nur die Pyramidenbahn gehört dem Fuß an.

Des Zusammenhanges wegen bleibe ich vorerst bei der Beschreibung der Nervenkerne.

Nuclei nervi acustici (*196, 203, 204, 206*). Der Nerv, welchen man als N. acusticus beschreibt, besteht, wie bekannt (S. 34) aus zwei solchen, dem N. cochlearis und N. vestibularis. Nur der N. cochlearis vermittelt die Gehörsempfindung, während der

N. vestibularis als statischer Nerv dient. Beide bedürfen ausgedehnter Assoziationseinrichtungen, um ihren Funktionen gerecht werden zu können; man ist auch in der Tat imstande, eine Anzahl von solchen nachzuweisen.

Die Kerne liegen gerade auf der Grenze zwischen dem verlängerten Mark und dem Brückengebiet und ragen in das eine, wie in das andere hinein, was nicht verwundern kann, da die Haube des Brückengebietes sich ohne Grenze aus dem verlängerten Mark fortsetzt. Die Kerne für den N. cochlearis und für den N. vestibularis sind aber scharf voneinander getrennt.

N. cochlearis. Die primäre Leitung desselben geht in der Peripherie von dem Ganglion spirale cochleae aus und erreicht das Gehirn da, wo der Strickkörper zum Kleinhirn aufsteigen will. Schon dicht bevor der Nerv in das Gehirn eintritt, senkt sich ein Teil desselben in ein Ganglion ein, den Nucleus ventralis[1]), welcher sich bis zwischen die Fasern des Hörnerven selbst eindrängt. Ein anderer Teil umfaßt die Außenseite des Strickkörpers (laterale Wurzel des N. acusticus) und gelangt etwas höher an die Zellen des Nucleus dorsalis im Tuberculum acusticum. Vergleichend-anatomische Beobachtungen erweisen, daß dieses letztere genetisch zur Kleinhirnrinde Beziehungen hat. Die Endigungen der Cochlearisfasern umgreifen die Zellen der beiden Ganglien, und von ihnen gehen nun die Fasern der sekundären Leitung aus. Diese aber muß eine vielseitige sein, da die Gehörseindrücke in der verschiedensten Art die Tätigkeit des Körpers beeinflussen. Man wird durch einen Ton veranlaßt, den Blick nach einer bestimmten Richtung hin zu wenden, man wendet den Kopf nach einer bestimmten Seite, man bewegt vielleicht den ganzen Körper in bestimmter Art. Dies alles ist nur möglich, wenn die Gehörsbahn mit den Nerveneinrichtungen für diese Tätigkeiten in Verbindung tritt (*206*).

Die erste Hauptstation, welche die sekundäre Bahn erreicht, ist das Corpus quadrigeminum inferius und Corpus geniculatum mediale; nur bis zu diesen soll sie jetzt verfolgt werden.

Der Weg, welchen sie dabei einschlagen, ist nicht für alle Fasern der gleiche, auch verläuft nur ein Teil derselben direkt, ein anderer ist durch Zwischenstationen unterbrochen. Alle Leitungen aber, sie mögen sein, wie sie wollen, steigen schließlich in der lateralen Schleife (s. unten) nach den Vierhügeln auf. Vom Nucleus ventralis geht ein starker Faserzug aus, welcher sich medianwärts zum Nucleus olivaris superior wendet. Dieser Zug ist dicht an die dorsale Seite der Brückenfaserung angeschlossen und führt den Namen Corpus trapezoideum (*197, 198*). Er mündet sowohl in die obere Olive der gleichen Seite ein, wie auch über die Mittellinie hinweg in die der Gegenseite. Die Zellen dieses Ganglienkörpers lassen neue Fasern entstehen, welche in die Bahn der lateralen Schleife einbiegen. Ein anderer Teil der sekundären Leitung des Hörnerven verläuft dorsal vom Trapezkörper über die Mittellinie hinweg[2]) zur lateralen Schleife. Eine erheblich größere Fasermasse gelangt um den äußeren Umfang des Corpus restiforme herum in die Striae medullares (S. 136). Diese verlaufen, wie bekannt, oberflächlich und stets sichtbar am Boden des vierten Ventrikels nach der Mittellinie, kreuzen sich dort[3]), gehen in die Tiefe und gelangen, ohne die obere Olive zu betreten, direkt in die laterale Schleife. Aus den oberen Oliven kann man Fasern in die Nuclei lemnisci lateralis verfolgen, Zellgruppen, welche die Schleife flankieren und deren Fasern ebenfalls gegen die Vierhügel aufsteigen. Auch im Trapezkörper findet man Gan-

[1]) Nucleus anterior, Cochleariskern.
[2]) Heldsche Kreuzung.
[3]) Monakowsche Kreuzung.

glienzellen eingelagert, Nucleus corporis trapezoidiei, um welche sich viele Achsenzylinder verzweigen. Die von diesen Zellen ausgehenden Fasern schließen sich den übrigen auf ihrem Weg nach den Vierhügeln an (*206*).

N. vestibularis. In der Peripherie beginnt die Leitung mit den Zellen des Ganglion vestibulare [1]), welches im Grund des inneren Gehörganges liegt. Der von ihnen zentralwärts abgehende Nerv schließt sich an die Vorderseite des N. cochlearis an. Er steigt nach dem Gehirn auf und verläuft an der medialen Seite des Strickkörpers bis gegen den Boden des vierten Ventrikels, von wo aus ein Teil direkt in das Kleinhirn aufsteigt, während ein anderer sich in mehrere Kerne einsenkt: 1. in den Nucleus n. vestibularis dorsalis, 2. in den Nucleus n. vestibularis superior, 3. in den Nucleus n. vestibularis lateralis. Der Nucleus n. vestibularis dorsalis (*196*) ist ein prismatischer Körper von etwa dreiseitigem Durchschnitt, welcher am Boden des vierten Ventrikels die Area acustica einnimmt. Der Nucleus n. vestibularis superior [2]) (Bechterewscher Kern) liegt im Winkel der lateralen Wand des vierten Ventrikels und ragt bis ins Kleinhirn hinein (*206*). Der Nucleus n. vestibularis lateralis (Deitersscher Kern) ist dem oberen Kern benachbart (*196, 206*). Er ist nicht nur für den N. vestibularis bestimmt, sondern besitzt auch noch sehr wichtige andere Beziehungen, von welchen nachher noch die Rede sein wird. Endlich ist noch hervorzuheben, daß der Nucleus dorsalis einen dünnen Fortsatz in kaudaler Richtung absendet (Nucleus n. vestibularis spinalis), welcher abwärts bis zu den Hinterstrangkernen verfolgt werden kann. An ihn treten Collaterale der Nervenfasern heran.

Der N. vestibularis ist noch mit anderen Systemen (Substantia reticularis, Fasciculus longitudinalis dorsalis, Oliva superior) verbunden.

Daß die Hauptendigung der sekundären Bahn des N. vestibularis im Kleinhirn liegt, erklärt sich daraus, daß dieses das Zentrum des statischen Sinnes und der Muskelbewegung ist.

Nucleus nervi facialis (*203, 204*). Der N. facialis ist ein gemischter Nerv mit einem zentrifugalen und zentripetalen Anteil. Bei wasserlebenden Tieren sind beide Teile gut ausgebildet, bei den landlebenden Tieren und beim Menschen aber ist der zentripetale Teil nur als ein schwacher Rest vorhanden. Der Kern des motorischen N. facialis wird von einer etwa 4 mm langen Reihe einzelner Zellgruppen gebildet, welche die Fortsetzung des Nucleus ambiguus darstellen. Sie liegen in der Substantia reticularis nahe dem Trapezkörper und lateral von der oberen Olive. Die von ihm ausgehenden Fasern bilden anfangs keine größeren Bündel, schließen sich dann aber bald näher zu einem Strang zusammen. Derselbe erhebt sich bis dicht unter den Ventrikelboden und wölbt ihn als Colliculus facialis vor, dann biegt er in einem Knie (Genu internum) um, erst lateralwärts und dann nach hinten, um nun schräg rückwärts laufend zu seiner Austrittsstelle aus dem Zentralnervensystem am unteren Rand der Brücke an der medialen Seite des N. acusticus zu gelangen.

Er erhält einen Zug aus der gekreuzten Hirnrinde.

Der N. facialis versorgt die Gesichtsmuskulatur.

Der kleine zentripetale Teil des Nerven wird als N. intermedius [3]) bezeichnet. Er entspringt aus Zellen des Ganglion geniculi des Nerven ganz nach der Art der sensiblen Wurzeln der Spinalnerven und verläuft dicht neben dem Stamm des N. facialis

[1]) Ganglion Scarpae.
[2]) Nucleus angularis, Edinger.
[3]) Portio intermedia Wrisbergi.

zwischen ihm und dem des N. acusticus in das Gehirn (*168*). Dort erreicht er das vor dem Eintritt des N. glossopharyngeus liegende vorderste Ende des Tractus solitarius, in dessen Verlauf er einbiegt. Er enthält die aus der Chorda tympani aufsteigenden Geschmacksfasern des vorderen Teiles der Zunge. Die Bahn des N. intermedius wird auch von zentrifugalen Fasern benutzt, welche der Speichelsekretion dienen. Sie entspringen aus Zellen, welche dem motorischen Facialiskern benachbart sind.

Nucleus nervi abducentis (*197*). Der Kern des rein motorischen Nerven, welcher den M. rectus lateralis des Auges versorgt, bildet eine rundliche Zellenanhäufung, welche vom Knie des N. facialis umschlossen wird, weshalb man sie früher fälschlich auch mit diesem Nerven in Verbindung brachte. Der Abducenskern bildet seiner ganzen Lage nach eine Fortsetzung des Hypoglossuskernes. Die von ihm ausgehenden Fasern verlaufen in einem flachen Bogen rückwärts, um an der Grenze von Brücke und verlängertem Mark auszutreten (*204*).

Der Kern besitzt eine Verbindung zum dorsalen Längsbündel (s. unten) und zur oberen Olive [1]).

Nuclei nervi trigemini (*198, 203, 204*). Der N. trigeminus ist ein gemischter Nerv, welcher umgekehrt wie der N. facialis aus einem sehr großen sensiblen und einem nur kleinen motorischen Anteil besteht. Die Ausdehnung seiner Kerne ist eine bedeutende, sie erstreckt sich vom Mittelhirn bis in das Rückenmark hinein.

Der motorische Kern, welcher den Nerven für die Kaumuskulatur liefert, liegt in der Fortsetzung des Facialiskernes, allerdings etwas dorsaler wie dieser, ohne mit ihm direkt zusammenzuhängen. Er stellt das zerebrale Ende des abgesprengten Vorderhornes des Rückenmarkes dar. Die austretende Wurzel bildet, wie die analogen des zehnten, neunten und siebenten Nerven, einen nach dem Boden des vierten Ventrikels konvexen Bogen.

Ihm schließen sich Fasern an, welche aus dem Mittelhirn absteigen. Sie entspringen dort aus Gruppen blasiger Zellen, welche am Rande der grauen Substanz um den Aquaeductus liegen. Ihre Zahl wächst beim Absteigen allmählich immer mehr an; auf dem Querschnitt des Gehirns erscheint die Wurzel halbmondförmig (*199*). Sie zieht am lateralen Rand der Rautengrube bis zum Locus caeruleus, welcher an ihrer lateralen Seite liegt, herab. Hat die Wurzel den motorischen Kern erreicht, dann schließen sich ihre Fasern dem austretenden Nervenstamm an; ob sie aber motorischer Natur ist, wie es meist geschildert wird, oder ob sie dem sensiblen Teil des Quintus zugehört, dürfte noch eine offene Frage sein.

Über die Bedeutung der Zellen des Locus caeruleus ist noch nichts Sicheres bekannt.

Sensible Kerne. Die sensiblen Fasern des N. trigeminus, welche den größten Teil des Kopfes versorgen, bilden den stärksten sensiblen Hirnnerven. Sie haben ihren Ursprung in den Zellen des Ganglion semilunare (Gasseri) und gelangen etwas vor der Mitte der Brücke, da wo dieselbe in den Brückenschenkel übergeht, in das Gehirn. Dort teilen sich die Fasern in zwei Äste, von denen der eine aufsteigt, um in einem Kern (Nucleus sensibilis n. trigemini) zu endigen, welcher etwas nach oben von der Eintrittsstelle und lateral neben dem motorischen Kern liegt (*198*). Der absteigende Ast geht spinalwärts in einen sehr lang ausgedehnten Kern (Nucleus spinalis n. trigemini) über, welcher sich bis in das Gebiet des zweiten Cervicalnerven verfolgen

[1]) Stiel der oberen Olive.

läßt (*192—195*). Er ist nichts anderes, als die Substantia gelatinosa der Hintersäule des Rückenmarkes, welche man zwar ganz nach oben nicht ohne weiteres als solche erkennen würde, welche aber tiefer unten, nach dem Rückenmark zu, deutlich als solche hervortritt. Das dicke und wohl charakterisierte Faserbündel, welches ihr lateral aufliegt, ist der Tractus spinalis n. trigemini, der seine Fasern allmählich zu den Zellen des anliegenden Kernes abgibt und sich dadurch nach unten schließlich erschöpft.

Die dem sensiblen Kern zustrebenden Fasern senden Kollaterale zum Facialiskern, welche einen Reflexbogen für die Bewegungen des Gesichtes bilden. Eine sekundäre Bahn geht von dem sensiblen Kern zu der andersseitigen Olivenzwischenschichte, deren Fasern dann mit der medialen Schleife zum Thalamus emporsteigen.

Wenn auch die Kerne für den N. trochlearis und Oculomotorius nicht mehr im Rautenhirn liegen, sondern in das Mittelhirn vorgeschoben sind, so ist es doch erlaubt, sie den bisher betrachteten Kernen der Hirnnerven anzuschließen, da sie im Grunde der gleichen Zellmasse entstammen, wie diese. Ganz besonders nahe hat man sie mit dem Kern des N. abducens zu vereinigen.

Nucleus nervi trochlearis (*204, 205*). Er liegt in der Frontalebene der unteren Vierhügel ventral vom Aquaeductus, also an der Stelle, welche weiter unten dem nächst der Medianfurche gelegenen Teil des Bodens der Rautengrube entspricht. Die von ihm ausgehenden Fasern laufen erst eine Strecke spinalwärts, steigen dann auf und beschreiben einen kurzen Bogen, um in das vordere Marksegel einzutreten. In diesem kreuzen sie sich mit dem der anderen Seite und es tritt der Nerv endlich als der einzige Hirnnerv, der das Zentralorgan an dessen dorsaler Seite verläßt, neben dem Bindearm zutage. Er versorgt den M. obliquus superior mit motorischen Fasern.

Nucleus nervi oculomotorii (*200, 204, 205*). Er bildet die Fortsetzung des Trochleariskernes und erstreckt sich vorwärts bis unter die vorderen Vierhügel. Zu den beiden paarigen seitlich von der Mittellinie liegenden Kernen (Nuclei laterales) tritt noch ein medialer unpaariger (Nucleus medialis), welcher zwischen sie eingeschoben ist. Die aus den Zellen dieser Kerne austretenden Fasern kreuzen sich zum Teil über die Mittellinie hinweg. Sie verlaufen, zu zahlreichen Bündeln vereinigt, in einem lateral konvexen Bogen durch die Haube des Hirnschenkels und treten an der Basis des letzteren im Sulcus nervi oculomotorii ins Freie. Sie versorgen die sämtlichen Muskeln der Augenhöhle, mit Ausnahme des M. obliquus superior (N. trochlearis) und M. rectus lateralis (N. abducens). Experimentelle Untersuchungen haben ergeben, daß der ganze Kern aus einzelnen Zellgruppen besteht, welchen jedesmal die Fasern für einen bestimmten Muskel entstammen.

Neben den großen Zellen des Oculomotoriuskernes liegen nächst dem Aquaeductus noch Gruppen kleiner Zellen, welche vielleicht die visceral-motorischen Fasern für das Ganglion ciliare abgeben (Edinger 1911).

Überblickt man die ganze Reihe der bis jetzt beschriebenen Kerne der Hirnnerven, dann findet man, daß die motorischen einerseits in der abgetrennten Spitze des Vorderhornes des Rückenmarkes liegen (XI, X, IX, VII, V) andererseits auf die mit der Substantia grisea centralis in Verbindung bleibende Basis des Vorderhornes zurückgeführt werden können (XII, VI, IV, III). Die sensiblen Kerne schließen sich zwar an das zur Seite gedrängte Hinterhorn an, doch ist der Zusammenhang bei ihnen weit weniger deutlich.

In der Haubenregion sind noch zwei besonders wichtige Faserzüge zu nennen, Fasciculus longitudinalis medialis und Lemniscus, der erstere der motorischen, der

letztere der sensiblen Sphäre angehörig. Beide sind nicht auf die Brückengegend beschränkt, sie erstrecken sich vielmehr von dem verlängerten Mark bis in das Mittelhirn hinein. Beide sind schon mehrfach erwähnt worden, und sollen jetzt näher beschrieben werden.

Das mediale Längsbündel, Fasciculus longitudinalis medialis[1]). Dasselbe ist ein Fasersystem, welches durch die ganze Wirbeltierreihe immer an der gleichen Stelle wiederkehrt, woraus auf seine hohe Bedeutung zu schließen ist. Beim Menschen findet man es bereits im 6.—7. Fetalmonat markhaltig und damit funktionsfähig, was darauf hindeutet, daß es schon dem Neugeborenen unentbehrlich ist. Es zeichnet sich dadurch aus, daß es eine Anzahl besonders starker Fasern enthält. Im Rückenmark liegt das mediale Längsbündel im Vorderstrang, in dem verlängerten Mark zwischen der Pyramidenkreuzung und der Vorderseite, im vierten Ventrikel findet man es beiderseits dicht neben der Mittellinie unter der grauen Substanz des Bodens der Rautengrube (*195—199*), auch im Mittelhirn hält es sich an die ventrale Seite der zentralen grauen Substanz (*200*). Sein Querschnitt hebt sich besonders im oberen Teil der Rautengrube deutlich von der Umgebung ab, während dies weiter unten weniger der Fall ist. Die Stärke des Bündels ist nicht in seinem ganzen Verlauf die gleiche, in seinem oberen Teil ansehnlich, nimmt es in seinem Verlauf kaudalwärts an Masse ab, um unterhalb des Deitersschen Kernes wieder anzuschwellen.

Das Bündel ist aus drei Teilen zusammengesetzt, einem medialen, einem lateralen und einem mittleren. Der mediale Teil beginnt in einem Kern, welcher vor der Stelle liegt, an welcher der Aquädukt beginnt, Nucleus fasciculi longitudinalis medialis. Über die Endigungen seiner Fasern ist nichts bekannt. Der laterale Teil kommt aus der hinteren Kommissur des Gehirns, er verbindet Teile der rechten und linken Haube miteinander (Edinger 1911).

Der mittlere Teil ist der weitaus stärkste, er stammt aus dem Deitersschen Kern (S. 143). Seine Fasern teilen sich in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast. Der erstere gelangt zu den gleichseitigen und gegenseitigen Kernen der Augenmuskelnerven, also des N. abducens, trochlearis und oculomotorius, um deren Zellen er endigt; der absteigende ist bis zu den Zellgruppen des Cervikalmarkes zu verfolgen.

Überblickt man den Gesamtverlauf des medialen Längsbündels, dann findet man als eine besonders hervortretende Eigenschaft desselben, daß es die Kerne der Augenmuskelnerven der gleichen und der Gegenseite miteinander verbindet. Die kombinierte Seitwärtsbewegung der Augen wird bewirkt durch den N. abducens, das mediale Längsbündel und den gleichseitigen Oculomotoriuskern, aus welchem gekreuzte Fasern für den anderseitigen M. rectus internus entspringen (Edinger). Der Ursprung der Hauptfasermasse im Deitersschen Kern, welcher dem statischen System angehört, und der abwärts gerichtete Verlauf des einen Teiles seiner Fasern deutet weiter darauf hin, daß mit den Augenbewegungen zugleich auch die Regulierung der Kopfbewegungen im ganzen vom medialen Längsbündel geleitet wird, da es in der Lage ist, auf die Nerven der Cervicalmuskeln zu wirken, welche den Bewegungen des Kopfes dienen. Wir haben es also mit einem Assoziationsapparat zu tun, welcher für das Körpergleichgewicht und die Orientierung im Raum unentbehrlich ist, da Augenstellung und Kopfhaltung darauf einen ausschlaggebenden Einfluß ausüben.

[1]) Hinteres Längsbündel. Dorsales Längsbündel.

Schleife, Lemniscus[1]). Sie entsteht aus einer geringen Menge von Fasern, welche direkt aus dem Rückenmark aufsteigen (Tractus spinothalamicus) (S. 117) und einer großen Zahl von solchen, welche in den Kernen des zarten und des Keilstranges ihren Ursprung nehmen (Tractus bulbothalamicus). Oben (S. 138) wurde bereits davon berichtet, daß die Schleifenfasern als Fibrae arcuatae die Mittellinie überschreiten und dort die Schleifenkreuzung bilden. Weiter oben findet man dann die Schleife in der Olivenzwischenschichte und in der Substantia reticularis alba (S. 139). Bis zum Beginn der Brücke liegt sie hinter der Pyramide, von welcher sie sich aber jetzt trennt. Auf Querschnitten der Brücke erscheint sie als querovales Feld, welches von den querverlaufenden Fasern des Corpus trapezoideum durchsetzt wird (*198*). In der Frontalebene des Trigeminusaustrittes kommt lateral von den schon vorhandenen Bündeln, welche man von nun an als Lemniscus medialis (sensitivus) benennt, ein zweites Bündel hinzu, Lemniscus lateralis (acusticus) (*199*). Dasselbe ist jedoch auf dem Querschnitt von der medialen Schleife nicht scharf geschieden.

Die mediale Schleife wächst mehr und mehr durch Zuzug neuer Fasern aus den sensiblen Kernen der Hirnnerven und gelangt auf ihrem ferneren Weg unter den Vierhügeln durch (*199*) bis in die Gegend ventral vom Thalamus, um schließlich in diesem zu endigen.

Die Anordnung der Fasern ist in der Schleife ganz ähnlich, wie in den Hintersträngen des Rückenmarkes, indem ganz medial die sekundären sensiblen Bahnen aus der unteren Extremität verlaufen, an deren laterale Seite sich die Fasern der Armnerven anschließen; ganz seitlich und dorsal liegen die Fasern des Tractus spinothalamicus.

Am medialen Umfang enthält die mediale Schleife motorische Fasern, welche von der Hirnrinde zu den Kernen der motorischen Hirnnerven gelangen; sie sind also den Pyramidenfasern an die Seite zu setzen (Edinger).

Die laterale Schleife setzt sich zusammen aus Acusticusfasern (N. vestibularis), welche aus dem Corpus trapezoideum, den Striae medullares und den oberen Oliven stammen. Sie liegt zur Seite der Brücke oberflächlich (S. 134) und windet sich um den Bindearm herum schleifenartig nach oben, was zum Namen des ganzen Faserzuges Veranlassung gegeben hat (*189*). Sie endigt in den gleichseitigen unteren Vierhügeln und dem Corpus geniculatum mediale, eine geringere Zahl ihrer Fasern ist bis zu den unteren Vierhügeln der Gegenseite zu verfolgen. Da wo die laterale Schleife beginnt aufzusteigen, enthält sie einen Herd grauer Substanz, Nucleus lemnisci lateralis (*206*), welcher mit seinem kaudalen Ende fast die obere Olive erreicht. Aus diesem Kern gelangen ebenfalls zahlreiche Fasern in die laterale Schleife und endlich nimmt sie auch Züge der anderen Hirnnerven auf.

Im rostralsten Teil der Brückenhaube findet man noch zwei dorsal liegende Ganglienzellengruppen, welche man als Ganglion tegmenti dorsale und ventrale[2]) bezeichnet. Das erstere treibt den Ventrikelboden etwas vor, das letztere liegt ventral und lateral vom medialen Längsbündel. Über ihre Bedeutung sind noch weitere Untersuchungen nötig.

Endlich wird die Haube der Brücke noch vervollständigt durch die Substantia reticularis mit ihren zahlreichen Massen grauer Substanz. Sie ist schon von dem verlängerten Mark her bekannt (S. 139). Während dort die Zellen allenthalben zerstreut liegen, bilden sie im Brückengebiet außerdem noch einzelne größere Anhäufungen, welche man mit besonderen Namen belegt hat. Ein Nucleus raphes liegt in und un-

[1]) Laqueus.

[2]) Ganglion profundum tegmenti.

mittelbar neben der Mittellinie, ein Nucleus reticularis medialis[1]) ist nicht weit von ihr in der Substantia reticularis alba zu finden, ein Nucleus reticularis lateralis befindet sich seitlich neben ihm. Edinger (1911) faßt die Gesamtheit der Reticulariszellen unter dem Namen Nucleus motorius tegmenti zusammen. Die Zellen sind groß und sternförmig. Die von ihnen ausgehenden Fasern teilen sich gleichseitig oder gekreuzt in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast, der Zellkörper selbst wird von Fasern umgeben, welche aus dem Kleinhirn absteigen.

Außer von den genannten Bahnen wird die Haube noch von einigen anderen durchsetzt und zwar von solchen, welche vom Mittelhirn herkommen und kaudalwärts ziehen. Zu erwähnen sind ein Tractus tectobulbaris und ein Tractus tectospinalis; sie kommen gekreuzt aus dem Mittelhirn und verlaufen, der erstere zu den Kernen des verlängerten Markes, der letztere zum Vorder- und Seitenstrang des Rückenmarkes; sie liegen ventral vom medialen Längsbündel. Ein Tractus tectopontinus gelangt zu den Brückenkernen; ein Tractus rubrospinalis (S. 118) verläuft vom roten Kern der Haube zum Seitenstrang und den Vorderhörnern des Rückenmarkes. Ein vom Thalamus kommender Zug liegt mitten in der Substantia reticularis. Endlich ist noch das Brachium conjunctivum zu erwähnen, welches aus dem Nucleus dentatus cerebelli kommt und nach den Vierhügeln aufsteigt. Mit ihm verläuft ein Tractus fastigiobulbaris, welcher absteigend zum Deitersschen Kern und zu kaudaler gelegenen Kerngruppen des verlängerten Markes gelangt.

Fuß, Pes. Ventral von den beschriebenen Gebilden, anschließend an das Corpus trapezoideum und die Schleife folgt der Fuß oder die Pars basilaris pontis. Er besteht in der Hauptsache aus quergerichteten, im Bogen verlaufenden Bündeln, welche beiderseits in die Brückenschenkel übergehen. Sie werden durchsetzt von den Pyramiden, welche aber sogleich, nachdem sie zwischen die Querfasern des Brückenfußes eingetreten sind, durch diese in mehrere Bündel zerlegt werden (*197, 198*). Die geschlossenen Züge von Querfasern, welche sowohl ventral, wie dorsal über die Pyramiden hinlaufen, nennt man Fibrae pontis superficiales und profundae, während die zwischen den Pyramidenbündeln hinziehenden Querfasern als Fibrae complexae bezeichnet werden. Je weiter nach den Hirnschenkeln zu, um so stärker wird die Zerklüftung der Pyramiden. Außer diesen bemerkt man zwischen den Bündeln des Brückenfußes inselförmig eingesprengte Herde grauer Substanz, Nuclei pontis. Die Querfasern, welche bei oberflächlicher Betrachtung, wie eine große Kommissur zwischen den beiden Kleinhirnhälften erscheinen könnten, erweisen sich bei genauerem Studium weniger einfach und es sind die Brückenkerne, welche die Faserübertragung vermitteln. Aus dem Großhirn in den Hirnschenkeln absteigende Fasern gehen an die Zellen derselben heran, von diesen entspringen wieder solche, welche in den Brückenarm und weiter in das Kleinhirn gelangen. Ein Teil von ihnen bleibt auf der gleichen Seite, sie liegen zumeist in den oberflächlichen Lagen, der größte Teil kreuzt über die Mittellinie hinweg. In der Raphe findet man Fasern, welche in dorsoventraler Richtung verlaufen, Fibrae rectae pontis; sie gehören offenbar ebenfalls dem System der Brückenganglien an. Ferner enthält der Brückenfuß auch Fasern, welche aus den Kernen des Kleinhirns durch die Brückenarme absteigen und nach der Kreuzung über die Mittellinie hin in den Kernen der retikulären Substanz der Haube endigen.

Die vorbeiziehenden Pyramidenfasern entsenden Kollaterale nach den Zellen der Brückenkerne, auch aus den in der Haube liegenden sekundären sensiblen Bahnen gelangen Kollaterale an dieselben.

[1]) Nucleus reticularis tegmenti, Bechterew.

Auf den untersten Querschnittsbildern der Brücke fallen zu beiden Seiten noch die Querschnitte der Corpora restiformia auf; dieselben wenden sich aber sehr bald dem Kleinhirn zu und sind dann beiderseits als Längsschnitte sichtbar, welche in dieses letztere eintreten.

Die Bedeutung des Brückengebietes ist nach vorstehendem eine zweifache, indem es einerseits in der Haube das verlängerte Mark fortsetzt und andererseits im Fuß die Hauptverbindung zwischen Großhirn und Kleinhirn herstellt. Unter den Nervenkernen der Haube nehmen die des N. acusticus mit ihren ausgedehnten Verbindungen eine besonders wichtige Stellung ein. Im übrigen ist die Brückenhaube auch eine Durchgangsstation für eine Reihe von Zügen, welche vom Großhirn her kaudalwärts und umgekehrt verlaufen.

Der Fuß ist abgesehen von den durchtretenden Pyramiden seiner Funktion nach ebenso von der Ausbildung des Großhirns, wie von der des Kleinhirns bedingt. Ist das erstere schwach ausgebildet, wie man es bei niederer stehenden Wirbeltieren findet, dann ist auch die Brücke schmal und zwar so schmal, daß sie das Corpus trapezoideum nicht vollständig deckt. Das letztere hat seinen Namen sogar von seinem Aussehen in solchen Fällen erhalten. Ist aber das Kleinhirn gering entwickelt, wie es zuweilen kongenital vorkommt, dann übt dies ebenfalls auf die Massenentwickelung des Brückenfußes einen maßgebenden Einfluß aus.

### 3. Decke des Rautenhirns.

Die bis jetzt nach ihrer feineren Organisation beschriebenen Gebilde gehören den ventralen und seitlichen Teilen des Hirnrohres an, die dorsalen werden jetzt zu betrachten sein. Die Decke des verlängerten Markes besteht lediglich aus einer mit Bindegewebe unterlegten einfachen Schichte von Ependymzellen, auf sie wird bei der Betrachtung der Hirnhäute noch einmal zurückzukommen sein. Die Decke der Brücke aber ist das voluminöse Kleinhirn, an welches sich nach vorne das dünne Velum medullare anterius anschließt.

### Kleinhirn, Cerebellum.

Dasselbe erhält seine Zuzüge und gibt seine Fasern ab durch die drei erwähnten mächtigen Stränge, vorne die Bindearme, von hinten her die Strickkörper und von unten die Brückenarme. Die sämtlichen Fasern vereinigen sich im Kleinhirn zu einem weißen Markkern, Corpus medullare, von welchem aus Markleisten, Laminae medullares, kammförmig in die Rindenwindungen aufsteigen. Diese sind wieder von der grauen Rindensubstanz, Substantia corticalis, überzogen (*191*). Daß im Kleinhirn graue Substanz an der Oberfläche auftritt, könnte befremden, da in den bis jetzt betrachteten Teilen des Zentralnervensystems die Oberfläche stets mit weißer Substanz bedeckt war. Es erklärt sich die Tatsache dadurch, daß der grauen Substanz zugehörige Elemente in früher Embryonalzeit von der Umgebung des Zentralkanales aus an die Oberfläche verschoben worden sind. Wir werden beim Großhirn ganz das gleiche sehen.

Die Markkerne der beiden Hemisphären sind weit größer, wie der des Wurmes und macht man durch den ersteren einen horizontalen oder vertikalen Schnitt, dann erscheint der Markkern der Hemisphären als Stamm einer baumförmigen Verzweigung, Arbor vitae (*213*), welcher erheblich mächtiger ist, als die von ihm ausgehenden Äste. Ein Medianschnitt durch den Wurm zeigt ein gleiches Bild, Arbor vermis, doch ist bei ihm der Stamm des Baumes kaum stärker, als seine Zweige (*191*). Die gleichmäßige

Masse des Markkernes ist durch einige graue Kerne unterbrochen, unter welchen besonders der Nucleus dentatus cerebelli auffällt, welcher zu jeder Seite des schmalen die Markkerne beider Hemisphären verbindenden Mittelstückes liegt (*213*). Er gleicht dem Olivenkern des verlängerten Markes vollständig, man kann ihn also wie diesen mit einem faltigen, halbgeschlossenen Beutel vergleichen, dessen längster Durchmesser medianwärts gerichtet ist und dessen Öffnung, Hilus, sich an der medialen Spitze befindet, woselbst sie nach vorn und unten gerichtet ist. Vom Nucleus dentatus aus gegen die Mitte des Markkernes folgen einander drei kleine Anhäufungen grauer Substanz (*214*). Der Pfropfkern, Nucleus emboliformis, ist keulenförmig und sagittal gestellt; er reicht vorne bis an die Bindearme und erstreckt sich nach hinten längs der medialen Seite des Nucleus dentatus über dessen Öffnung hinaus. Der Kugelkern, Nucleus globosus, ist scharf begrenzt und hat einen Durchmesser von etwa einem halben Zentimeter. Von der Kugel geht ein Stiel nach vorn, der sich durch seitliche Fortsätze mit dem Pfropf- und Dachkern verbindet. Pfropf- und Kugelkern sind als abgetrennte Teile des Nucleus dentatus anzusehen, etwa so, wie die Nebenoliven des verlängerten Markes als Teile der Oliven erscheinen. Der Dachkern, Nucleus fastigii, ist der Zentralkern des Wurmes. Er bildet eine kugelige oder elliptische Gruppe gelb pigmentierter Zellen, welche jederseits dicht neben der Mittellinie in der dünnen, die Markkerne beider Hemisphären verbindenden Markplatte ihren Sitz hat.

In der grauen Rinde, welche die terminalen Markleisten des Kleinhirns überzieht, unterscheidet das unbewaffnete Auge zwei Schichten von ungefähr gleicher Mächtigkeit, eine äußere rein graue und eine innere gelbliche oder rostbraune und zwischen beiden einen sehr feinen weißen Streifen (*215*). Unter dem Mikroskop sieht man, daß die innere Schichte, welche man Körnerschichte, Stratum granulosum, nennt, aus gedrängt liegenden kleinen, zu Gruppen zusammengefaßten Zellen besteht. Die äußere Schichte der Kleinhirnrinde, Stratum moleculare, ist feinkörnig und enthält eine reiche Verästelung von Nervenzellenfortsätzen, auch Körper solcher Zellen und Nervenfasern. Der feine weiße Streifen zwischen den beiden Schichten der Kleinhirnrinde erweist sich bei geeigneter Vergrößerung als ein dichter Plexus von Nervenfasern, welcher der Oberfläche der Windung parallel liegt.

Die genauere Untersuchung (*216*) zeigt an der inneren Grenze der molekulären Schichte, dem eben genannten Plexus anliegend, eine einfache Reihe großer keulenförmiger Nervenzellen, nach ihrem Entdecker Purkinjesche Zellen genannt, welche einen Achsenzylinderfortsatz durch die Körnerschichte in die Markleiste senden; derselbe gibt Kollaterale ab, welche zum Teil wieder in die molekulare Schichte zurückkehren, um mit anderen Purkinjeschen Zellen in Verbindung zu treten. Nach der Peripherie hin entsenden diese Zellen einen, manchmal zwei Fortsätze, welche sich alsbald zu einem außerordentlich weit und vielfach verzweigten System von Dendriten verästeln. Dieselben sind sämtlich wie die Äste von Spalierbäumen, in einer Ebene angeordnet und zwar in der, welche im rechten Winkel auf die Längsachse der Windungen steht. Diese Verzweigungen werden umrankt von Fasern (Kletterfasern), welche aus der Markleiste von entfernten Teilen des Zentralnervensystems aufsteigen. In der Mitte der molekulären Schichte liegende Ganglienzellen, welche mit kürzeren Dendriten ausgestattet sind, senden einen Achsenzylinderfortsatz aus, von welchem von Strecke zu Strecke Kollaterale abgehen, deren Endverzweigung den Körper der Purkinjeschen Zellen korbartig umfaßt (Korbzellen). Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Purkinjeschen Zellen eine höchst wichtige Assoziationseinrichtung darstellen. Über

kleine Ganglienzellen, welche durch die ganze Molekularschichte zerstreut sind, ist vorerst nichts Näheres auszusagen.

In der Körnerschichte ist eine zweite Zentrale für Nerven verschiedener Art vorhanden. Die Mehrzahl der dort vorhandenen kleinen Ganglienzellen besitzt kurze charakteristische Dendriten, welche sich an ihren Enden auffasern und je einen Achsenzylinderfortsatz, welcher in die molekulare Schichte aufsteigt und sich dort in zwei Fasern teilt. Dieselben laufen parallel der Längsrichtung der Windungen, sind daher auf dem im Schema angenommenen Schnitt nur als punktförmige Durchschnitte zu sehen. An sie treten die aufgesplitterten Enden von Fasern heran, welche aus den Markleisten in die Körnerschichte aufsteigen (Moosfasern, Ramon y Cajal). Eine zweite etwas größere Zellart der Körnerschichte von unregelmäßiger Form sendet ihre Dendriten in die Molekularschichte und läßt ihren Achsenzylinderfortsatz in ein reiches Astwerk zerfallen, welches sich in der Körnerschichte ausbreitet.

Die Nervenfasern verschiedener Bedeutung, welche die Körnerschichte durchziehen, bilden in ihr ein Netzwerk feiner markhaltiger Fasern, welche mit denen der Markleisten zusammenhängen. An der äußeren Grenze der Körnerschichte bilden sie den erwähnten dichten Plexus, welcher makroskopisch als feiner Streifen erscheint.

Die Neuroglia des Kleinhirns bildet an der dem vierten Ventrikel zugewandten Oberfläche ein dichtmaschiges Netz. In der weißen Substanz findet man die bekannten (1. Abt. S. 92) kurz- und langstrahligen Astrocyten, in der Körnerschichte ist die Stützsubstanz sehr spärlich, in der Molekularschichte liegen außer Astrocyten gewöhnlichen Baues noch Zellen besonderer Art (*216*). Ihr Körper ist in der Schichte der Purkinjeschen Zellen zu finden; von ihm gehen einwärts wenige kurze Fortsätze aus, nach der Peripherie aber senden sie eine Anzahl von Fortsätzen, welche die ganze Molekularschichte unter Absendung kurzer Seitenzweige durchsetzen, um an deren Oberfläche sich kegelförmig zu verbreitern und zu einer Art Limitans (Lamina basalis) zusammenzufließen. Zwischen der Oberfläche der Molekularschichte und der Basallamelle ist ein kapillarer Spaltraum vorhanden, welcher als Lymphraum anzusehen ist.

Was nun die Bahnen des Kleinhirns im ganzen betrifft, so geht aus deren Betrachtung ebenfalls hervor, daß dasselbe ein Zentralpunkt verschiedener Systeme ist. Zuerst ist zu erwähnen, daß die einzelnen Rindenwindungen untereinander durch festonartige Züge, welche vornehmlich die einander benachbarten verbinden, miteinander in Zusammenhang stehen. Spinale Verbindungen verlaufen in den Strickkörpern, sie bringen Fasern direkt aus dem Rückenmark (Kleinhirnseitenstrangbahn) oder indirekt aus den in die sensible Bahn eingeschalteten Kernen des verlängerten Markes. Auch aus den Oliven steigt ein starker Zug zum Kleinhirn auf. Die spinalen Fasern enden gekreuzt im Wurm, die Olivenfasern gleichseitig wohl meist in den Hemisphären. Die Großhirnrinde wird mit dem Kleinhirn durch die erwähnte gekreuzte Bahn in Verbindung gesetzt: Großhirnrinde — Corona radiata — Capsula interna — Hirnschenkel — Brückenganglien — Kleinhirn. Eine absteigende Bahn beginnt in den Purkinjeschen Zellen, sie gelangt in die Kleinhirnkerne; von ihnen aus führt der Achsenzylinderfortsatz eines neuen Neurons durch die mediale Ableitung des Strickkörpers zum verlängerten Mark, wo er im Nucleus motorius (S. 148) und dem mit ihm in naher Verwandtschaft stehenden Deitersschen Kern endigt. Im Brückenarm führt eine indirekte Bahn vorwärts: Nucleus dentatus — gekreuzter roter Kern der Haube — Thalamus.

Die Bedeutung des Kleinhirns im ganzen kann man sich nach Edinger (1912) etwa in folgender Weise vorstellen: „Alle Rezeptionen, welche die Muskeln, Gelenke,

Sehnen usw. von der Außenwelt erhalten, werden auf den bekannten Bahnen zur Kleinhirnrinde geleitet. Dazu kommen noch diejenigen, welche im Labyrinth aufgenommen werden. Durch die Verbindung des Rindenapparates mit den motorisch arbeitenden Kleinhirnkernen erfolgt die Regulierung des Tonus der Muskeln und ihrer Gemeinschaftsbewegungen (Synergien). Außerdem werden hier die für die Statik so wichtigen Augenbewegungen reguliert. Wahrscheinlich erfolgen alle diese Regulationen gleichseitig und zu geringerem Teile auch gekreuzt. Großhirnrinde und Thalamus wirken auf einen bereits geregelten Bewegungsapparat ein. Ganz speziell erhält das Kleinhirn den Tonus und die Koordination der Muskulatur von Wirbelsäule und Extremitätenwurzeln, Haltung und Gang so regulierend."

### Isthmus rhombencephali.

Das vordere Marksegel, Velum medullare anterius, welches das Kleinhirn mit der Vierhügelplatte verbindet, enthält Züge gekreuzter Fasern, welche aus dem Mittelhirndach zum Kleinhirn verlaufen. Von den Bindearmen, Brachia conjunctiva, war schon die Rede, auf sie wird noch weiter unten zurückzukommen sein. Die Großhirnschenkel, Pedunculi cerebri sind in Verbindung mit dem Mittelhirn zu betrachten.

Varietäten des Rautenhirns sind geringfügig. Wie oben schon erwähnt wurde, sind die Fibrae arcuatae externae das eine Mal schwach entwickelt, das andere Mal zahlreich. Die Pyramidenvorderstrang- und Seitenstrangbahnen sind nicht bei jedem Individuum an Masse immer ganz gleich stark. Die Striae medullares auf dem Boden des vierten Ventrikels sind sowohl an Zahl, wie an Verlauf sehr wechselnd, selbst an den beiden Seiten eines und desselben verlängerten Markes. Die Windungen des Kleinhirns haben in den Einzelheiten nicht immer den gleichen Verlauf.

Praktische Bemerkungen. In dem verlängerten Mark und der Brücke drängen sich überaus wichtige Bahnen für die verschiedensten Tätigkeiten des Körpers zusammen, so daß schon kleine Läsionen eine ungemein komplizierte Symptomenreihe hervorrufen können und man wird aus ihr auf die Lokalisation eines Herdes Schlüsse ziehen können. „Erkrankungsherde in der Haube werden, wenn sie klein sind, nur Hirnnervensymptome machen, reichen sie weiter ventral, so werden zu den Hirnnerven gekreuzte Gefühlsstörungen auftreten und erreichen sie die Pyramidenbahn, so wird neben der Gefühlsstörung in der Seite, welche den gelähmten Hirnnerven gegenüberliegt, auch schwere Bewegungsbeeinträchtigung eintreten" (Edinger 1911). Beobachtet man z. B. eine Affektion der Kopfnerven der einen Seite und eine solche der Extremitäten der anderen, dann wird man einen Herd in der Brücke vermuten dürfen, welcher die Kopfnerven und die motorische Bahn für die Extremitäten betrifft. Es würde zu weit führen, die einzelnen Möglichkeiten hier durchzusprechen und es mag genügen, eine Figur von Edinger zu reproduzieren (*202*), welche für den Ausfall eng umschriebener Teile des verlängerten Markes die entstehenden Symptome verzeichnet.

Läsionen des Kleinhirns können, wenn sie klein und nur auf eine Hemisphäre beschränkt sind, symptomlos verlaufen. Treten Symptome auf, dann bestehen die leichtesten in Schwindel, vielleicht auch Hinterkopfschmerz. Ist der Wurm erkrankt, dann beobachtet man Taumeln und Schwanken beim Gehen und Stehen, ähnlich wie bei Betrunkenen.

## II. Großhirn, Cerebrum.

### a) Mittelhirn, Mesencephalon.

Gröbere Bauverhältnisse.

Das Mittelhirn ist ein kurzer, nur etwa 2 cm langer Gehirnteil, welcher Prosencephalon und Rhombencephalon miteinander verbindet. Es ist auch von schlanker Form, weshalb sich die Bahnen, welche es auf ihrem Weg nach vorwärts und nach rückwärts durchziehen, stark zusammendrängen müssen. Der dem Mittelhirn ange-

hörige Teil des Ventrikelsystems ist der Aquaeductus cerebri (Sylvii), ein relativ enger Kanal, welcher sich aus dem zugespitzten Ende des vierten Ventrikels fortsetzt und unter der hinteren Hirnkommissur im Aditus ad aquaeductum ganz unvermittelt in dem dritten Ventrikel mündet (S. 128). Er liegt nicht in der Mitte des Gehirnteiles, sondern ist dorsalwärts verschoben (*200*).

Das Mittelhirn besteht aus der dorsal gelegenen Vierhügelplatte und den ventral gelegenen Hirnschenkeln. Die letzteren sind an der Hirnbasis sichtbar. Die erstere ist unter dem Balkenwulst versteckt. Zwischen Vierhügeln und Balkenwulst befindet sich die Fissura transversa cerebri (S. 123). Zu beiden Seiten erstreckt sich das Schleifenfeld von der Brücke her bis in das Gebiet des Mittelhirns hinein.

Die Lage des Mittelhirns in der Schädelhöhle ist so, daß es die Öffnung des Kleinhirnzeltes (Incisura tentorii) einnimmt; es erstreckt sich nach vorne bis zur Sattellehne.

Die Lamina quadrigemina (*189*) grenzt nach hinten an das Velum medullare anterius mit seinem Frenulum und an die Brachia conjunctiva, vorne an die Commissura posterior des Großhirns. Sie steigt steil nach vorne und oben auf. Ihren Namen hat sie von den Vierhügeln, Corpora quadrigemina, welche aus ihrer oberen Fläche hervorragen. Dieselben sind symmetrisch und paarweise geordnete flache Wölbungen von grauer Farbe, welche jedoch mit einem weißen Überzug versehen sind. Die Hügel sind durch eine Querfurche und eine mediane Längsfurche voneinander getrennt. Der vordere oder obere Hügel, Colliculus superior, ist niedriger aber breiter als der hintere oder untere, Colliculus inferior[1]), welcher etwas kleiner und stärker gewölbt ist. Beide Hügel jeder Seite setzen sich lateral vorwärts in je einen schmalen Markstreifen (Schenkel) fort, Brachium quadrigeminum superius und inferius (*190*). Der vordere Vierhügelschenkel streicht am hinteren Rand des Thalamus hin und verschmilzt schließlich mit demselben, der hintere verschwindet unter dem Hinterrand des Corpus geniculatum mediale. Von hinten her gelangen die Bindearme, Brachia conjunctiva, zur Lamina quadrigemina. Nach vorne grenzt, wie schon erwähnt, das vordere Hügelpaar an die hintere Gehirnkommissur, von welcher aus sich das Corpus pineale in der Mittellinie auf die vorderen Vierhügel legt (*189*).

Die Hirnschenkel[2]), Pedunculi cerebri[3]), erscheinen an der Hirnbasis als zwei dicke, halbrunde Stränge, welche sich von der Brücke bis zum Tractus opticus beider Seiten erstrecken, wo sie sich in die Substanz des Vorderhirns einsenken (*187*). Zwischen den divergierenden Hirnschenkeln liegt die Fossa interpeduncularis (Tarini), deren Boden in der Mitte von einer Gruppe von Gefäßlöchern (Substantia perforata posterior) durchbohrt ist. Gegen die Brücke hin ist die Fossa interpeduncularis zum Recessus posterior, gegen die Corpora mamillaria zum Recessus anterior vertieft.

Die Hirnschenkel setzen sich aus der Haube, Tegmentum und dem Fuß, Basis zusammen. Diese Trennung ist auch an der äußeren Oberfläche wahrzunehmen und zwar als ein Sulcus lateralis und Sulcus nervi oculomotorii. Der Sulcus lateralis bildet die Grenze gegen das nach unten von ihm liegende Schleifenfeld (*188*). Nach oben und vorne wird die seitliche Oberfläche der Haube vom unteren Vierhügel begrenzt, nach oben und hinten vom Bindearm. Der Sulcus nervi oculomotorii liegt an

[1]) Colliculus anterior und posterior.
[2]) Großhirnstiele.
[3]) Crura cerebri.

der Hirnbasis neben der Fossa interpeduncularis, er hat seinen Namen daher, weil der dritte Hirnnerv in ihm aus dem Gehirn austritt (S. 125) (*187*).

## Innere Organisation.

Auf einem Frontalschnitt des Mittelhirns (*200*) bildet in gewisser Weise der Aquädukt das Zentrum, wenn er auch, wie gesagt, stark dorsalwärts verschoben ist. In seinem kaudalen Ende zeigt er einen dreiseitigen Querschnitt, in seinem rostralen einen T-förmigen und in der Mitte einen individuell wechselnden. Er ist, wie der Zentralkanal des Rückenmarkes, umgeben von dem zentralen Höhlengrau, Stratum griseum centrale. In ihm findet man zahlreiche Ganglienzellen verschiedener Form und Größe zerstreut und außerdem umschriebene Gruppen, die bereits oben (S. 145) erwähnten Kerne des N. oculomotorius und trochlearis. Auch der Kern der absteigenden Trigeminuswurzel (S. 144) ist am lateralen Rand der Substantia grisea centralis sichtbar, er besteht aus einzelnen oder zu ganz kleinen Gruppen vereinigten rundlichen Zellen, von welchen die Wurzelfasern ausgehen (*207*).

Die dorsal von der zentralen grauen Substanz liegenden Vierhügel sind von ihr durch eine Schichte bogenförmiger Querfasern, Stratum album profundum, welche eine Kommissur darstellen, getrennt (*200*). Beide Hügel sind von einem dünnen Belag weißer Fasern, Stratum zonale, überzogen und enthalten unter diesem graue Massen. Im hinteren Vierhügel sind dieselben zu einem linsenförmigen Kern, Nucleus colliculi inferioris, verdichtet. Er enthält zahlreiche Nervenzellen verschiedener Größe und ein Netzwerk feiner Fasern, welche zu einem großen Teil aus der lateralen Schleife stammen. Im vorderen Vierhügel zerfällt die graue Substanz, Stratum griseum, in mehrere nicht sehr deutlich voneinander getrennte Schichten, in welche zahlreiche Nervenfasern eintreten. Sie stehen in Beziehung zum Sehnerven, zum Kleinhirn, zum verlängerten Mark, zum Rückenmark.

Unter der zentralen grauen Substanz folgt der Hirnschenkel. Haube und Fuß desselben sind voneinander getrennt durch die Substantia nigra (*200*), einen auf dem Durchschnitt halbmondförmig gestalteten Streifen von dunkelgrauer Substanz, welcher seine Farbe großen dunkelpigmentierten Ganglienzellen verdankt. Sie erstreckt sich vom vorderen Rand der Brücke bis zum Hypothalamus. Über ihre Bedeutung ist man noch wenig unterrichtet.

Die Hirnschenkelhaube enthält dicht unter der zentralen grauen Substanz die bekannten (S. 146) Fasciculi longitudinales mediales und an deren lateralventraler Seite ein Faserbündel, welches der hinteren Kommissur entstammt. In der Mitte der Haube liegt der rote Kern, Nucleus ruber tegmenti, auf Frontalschnitten von runder Form und rotbrauner Farbe, welch letztere von seinem Gehalt an pigmentierten Ganglienzellen herrührt (*200, 207*). Zahlreiche Querfasern zerklüften seine graue Substanz, auch die von der Substantia grisea centralis herkommenden bogenförmig verlaufenden Oculomotoriusbündel durchsetzen ihn. Neben den roten Kernen wird der Platz noch ausgefüllt von der Formatio reticularis. Sie ist die Fortsetzung der gleichen Bildung, wie sie schon vom Rautenhirn bekannt ist und besteht wie dort aus einer in kleine Teile zerspaltenen grauen Substanz, welche von Bündeln weißer Fasern durchzogen wird.

Die Schleife, Lemniscus, durchzieht die Hirnschenkelhaube auf ihrem Weg nach vorne. Unmittelbar über der Substantia nigra erscheint die mediale Schleife auf ihrem Weg zum Thalamus als ein ovaler Durchschnitt, während die laterale Schleife in einem nach der Oberfläche zu konvexen Bogen an der seitlichen Oberfläche des Gehirnteiles aufsteigt, um in die beiden Vierhügel einzutreten (*200, 207*).

Der Hirnschenkelfuß ist an seiner oberen Fläche, welche sich der Substantia nigra anlegt, muldenförmig vertieft. Er besteht aus längsverlaufenden Fasern, welche man, ebensowenig wie die des Markmantels des Rückenmarkes, an einem fertig gebildeten und gesunden Gehirn in einzelne Bahnen trennen kann. Erst durch das Studium entwickelungsgeschichtlicher und pathologischer Präparate gelingt dies (s. unten). Nahe dem vorderen Rand der Brücke findet man zwischen den auseinander weichenden Hirnschenkeln in der Substantia perforata posterior eine Anhäufung von Ganglienzellen (Ganglion interpedunculare). Es ist mit dem Ganglion habenulae durch einen Faserzug (Fasciculus retroflexus, Meynert) [1]) verbunden (*234*).

Betrachtet man die Verhältnisse des Mittelhirns im ganzen, dann erkennt man, daß sich in seinem Bereich das Paläencephalon mit dem Neencephalon begegnet. Die paläencephalische Haube erstreckt sich bis zum vorderen Ende des Gehirnteiles, und vom Prosencephalon her kommen Bahnen in großen Zügen herunter. Ganz neu sind die Vierhügel und ihre Ganglien, und in der Haube ist der rote Kern ein Zentralpunkt von großer Bedeutung, welcher ebenfalls neu auftritt. Die vom Großhirn herabkommenden langen Bahnen sind im Hirnschenkelfuß vereinigt. Die Pyramidenbahn, (Tractus corticospinalis) welche wie bekannt ohne Unterbrechung von der Großhirnrinde zum Rückenmark verläuft, nimmt ihren Weg im Mittelteil des Fußes, zu beiden Seiten wird sie flankiert von den Bahnen, welche, ebenfalls von der Großhirnrinde ausgehend, nach den Brückenkernen gelangen, von welchen aus dann die Verbindung mit dem Kleinhirn hergestellt wird (S. 151). Die an der medialen Seite des Fußes verlaufenden Züge kommen vom Lobus frontalis, die an der lateralen Seite herabziehenden vom Lobus parietalis und temporalis (*207*).

Wegen dieser direkten Verbindung mit der Großhirnrinde ist der Fuß von dieser auch vollständig abhängig. Tiere, welche nur eine geringe Ausbildung des Großhirns haben, zeigen auch eine geringe Entwickelung des Fußes.

Die aufsteigenden langen Bahnen verlaufen nicht im Fuß sondern in der Haube, es sind dies die beiden Teile der Schleife. (Vgl. S. 147.) Die mediale Schleife besteht aus Zügen verschiedener Bedeutung. Nahe der Mittellinie, noch auf den Fuß übergreifend, enthält sie Fasern motorischer Natur, welche die Hirnrinde mit den motorischen Kernen des verlängerten Markes verbinden (Tractus corticobulbares) (*207*). Der größte Teil besteht aus Zügen, welche vom Rückenmark und dem verlängerten Mark aufsteigen, um zum Thalamus zu gelangen (Tractus spinothalamicus und bulbothalamicus); an ihre laterale Seite schließt sich endlich die laterale Schleife an, welche aus den oberen Oliven kommend bis zu den hinteren Vierhügeln aufsteigt (Tractus bulbotectalis) (*207*).

Vom medialen Längsbündel ist dem auf S. 146 Gesagten nichts weiter hinzuzufügen.

Der rote Kern der Haube nimmt die aus dem Kleinhirn kommenden Bindearme auf, nachdem sie sich über die Mittellinie hin gekreuzt haben (Tractus cerebellotegmentalis), auch von der Gehirnrinde und dem Streifenkörper gelangen Fasern in diesen Kern. Es entspringt aus ihm, ebenfalls gekreuzt, eine absteigende Bahn (Tractus rubrospinalis), welche in den Vorderhörnern des Rückenmarkes endigt. Man sieht also, daß in den Zellen des roten Kernes Umschaltestationen von hoher Bedeutung vorliegen, welche Großhirn, Kleinhirn und Rückenmark miteinander verbinden.

[1]) Tractus habenulo-peduncularis.

Die Vierhügel enthalten Ganglien, welche besonders für die Sehbahn und für die Hörbahn von Bedeutung sind. In den hinteren Vierhügeln enden, wie erwähnt, Fasern aus der lateralen Schleife, in den vorderen Fasern aus dem Tractus opticus. Beide Faserarten treten durch die Vierhügelarme heran. Außerdem aber gelangen zu ihnen auch Fasern aus der Hirnrinde und zwar in die hinteren solche aus dem Temporallappen, in die vorderen solche aus dem Occipitallappen. Aus dem Seitenstrang des Rückenmarkes steigen die Tractus spinotectales zu ihnen auf.

Das tiefe Mark der Vierhügel entsendet Züge, welche sich kreuzen[1]), um sodann zum verlängerten Mark (Tractus tectobulbaris) und zum Rückenmark (Tractus tectospinalis) abzusteigen. Durch sie werden Erregungen, welche von der Seh- und Hörbahn ausgehen, den beiden Teilen des Zentralnervensystems zugeführt werden. Auch zu den Brückenkernen ist ein kleines Bündel von den Vierhügeln aus zu verfolgen (Tractus tectopontinus).

Nach dem Gesagten haben wir in der Haube des Mittelhirns einen Apparat zu sehen, welcher fast alle Teile des Zentralorgans miteinander in Verbindung setzt, um so mehr als alle in ihr enthaltenen Einrichtungen auch durch Kollaterale unter sich in Zusammenhang gesetzt sind.

Was die Substantia grisea centralis anlangt, so machen es physiologische Versuche wahrscheinlich, daß in ihr ein dem zentralen Sympathicus zugehöriger Apparat zu sehen ist (Edinger 1912).

Zum Schluß ist nochmals daran zu erinnern, daß dieser Substanz die mehrfach erwähnten Kerne des N. oculomotorius, trochlearis und trigeminus angehören.

Praktische Bemerkungen. Erkrankungen des Mittelhirns müssen sich bei der weiten Verbreitung der in ihm entspringenden und es durchziehenden Bahnen oft auch weithin bemerklich machen, besonders wird auch der N. oculomotorius in den meisten Fällen gefährdet sein. Ist z. B. ein Tumor vorhanden, welcher von den Vierhügeln in die Haube hineingreift, dann entsteht durch Zerstörung der zum Sehnerven gehörigen Fasern Amblyopie, ferner Erweiterung der Pupillen, Oculomotoriuslähmung. Sitzt eine Läsion weiter ventral, dann werden ebenfalls Teile des N. oculomotorius gelähmt sein, durch Beteiligung der Schleife wird eine Gefühlsstörung auftreten, liegt der Herd noch weiter ventral, dann kann außer der Lähmung des N. oculomotorius auch eine weithin verbreitete motorische Störung (Pyramidenbahn) vorhanden sein usw. Aufgabe des Arztes wird es sein, aus den beobachteten Symptomen den Sitz der Läsion zu erschließen.

### b) Vorderhirn, Prosencephalon.

Schon in früher Entwickelungszeit schieben sich die beiden Abteilungen des Vorderhirns, das Zwischenhirn und das Endhirn stark zusammen (1. Abt. Fig. *194*, S. 182) und es sind besonders die Bodenteile so wenig auseinanderzuhalten, daß es erlaubt sein mag, in der folgenden Beschreibung Gebilde, welche dem Endhirn angehören, an das Zwischenhirn anzureihen. Die großen Ganglien der beiden Abteilungen sind schon in der ersten Entwickelung nur durch eine seichte Furche voneinander getrennt. Wie in der ersten Abteilung (S. 182) gesagt wurde, geht über der Stelle, an welcher diese Ganglien zusammenstoßen, vom Endhirn aus eine bläschenförmige Ausbuchtung aus, welche die Bildung der Hemisphären einleitet. Die Öffnung, welche in die Höhlung des Bläschens hineinführt, bleibt während des ganzen Lebens, wenn auch relativ verkleinert, an der gleichen Stelle; sie verbindet den dritten Ventrikel mit dem Lateralventrikel und wird als Foramen interventriculare Monroi bezeichnet (*171*).

[1]) Meynertsche Haubenkreuzung.

### α) Zwischenhirn, Diencephalon.

#### Gröbere Bauverhältnisse.

Bei der embryonalen Ausbildung reduziert sich die Decke des Zwischenhirns zu einer einfachen Schichte von Ependymzellen, ähnlich wie beim verlängerten Mark, auch der Boden bleibt dünn, ist aber von nervöser Struktur, nur die beiden Seitenteile wachsen zu mächtigen Ganglien, Thalami, heran (1. Abt. Fig. *209*, S. 198).

Aus dem Aditus ad aquaeductum tritt beiderseits der Sulcus limitans (S. 122) hervor und setzt sich in den dritten Ventrikel fort, wo er den Namen Sulcus hypothalamicus Monroi führt und sich bis zum unteren Umfang des Foramen interventriculare verfolgen läßt (*191*). Die Furche trennt den seitlich und oben gelegenen Thalamus von dem Bodenteil, Hypothalamus, ab. An das hintere Ende des Thalamus schließen sich, mit ihm nahe verbunden, der Metathalamus und der Epithalamus an.

Der Sehhügel, Thalamus[1]), ist der weitaus voluminöseste Teil des Zwischenhirns (*178*). Er ist eine etwa eiförmige Masse grauer Substanz, welche mit ihrer lateralen Seite auf der inneren Kapsel ruht, mit ihrer medialen in den dritten Ventrikel hineinragt. Seine nach oben sehende horizontale Oberfläche wendet sich gegen die Unterseite des Fornix. Sie wird gegen den Streifenhügel, welcher sich von vorne her neben ihm nach hinten schiebt, durch die Stria terminalis abgegrenzt. Auch von der vertikalen Fläche ist die obere Fläche durch einen leicht vorspringenden weißen Markstreifen, Stria medullaris, geschieden. Die einander zugekehrten vertikalen Flächen des Sehhügels werden durch die Massa intermedia, eine weiche und zerreißliche Brücke grauer Substanz, miteinander verbunden. Von alledem war schon oben S. 126 die Rede.

Die obere Fläche des Sehhügels ist leicht gewulstet (*178*). Ihr vorderes Ende erhebt sich zu einem platten elliptischen Höcker, Tuberculum anterius[2]); auch weiter hinten sind zwei leichte Erhebungen bemerkbar, welche durch eine schwach angedeutete Furche voneinander getrennt werden. Das hintere Ende des Sehhügels ragt mit einem platten, abgerundeten Vorsprung des medialen Randes, dem Polster, Pulvinar, zur Seite der Vierhügel nach hinten vor.

Der Metathalamus steht mit dem Thalamus in enger Beziehung. Er wird durch die Hervorragung des Polsters ganz verdeckt und man bekommt ihn erst zu Gesicht, wenn man das Gehirn so hält, daß man auf den unter dem Polster versteckten Großhirnschenkel blickt (*190*). Der Metathalamus besteht aus zwei spindelförmigen Knötchen, den Kniehöckern, Corpora geniculata. Das Corpus geniculatum mediale findet man unter dem medialen Teil des Polsters, das Corpus geniculatum laterale liegt lateral an dem ersteren und etwas weiter nach vorne. Die hintere Spitze des Corpus geniculatum mediale ist mit dem vorderen Vierhügel durch das Brachium quadrigeminum superius in Verbindung gesetzt. In die lateralen Spitzen der beiden Kniehöcker sind die Fasern des um den Hirnschenkel herumgewundenen Tractus opticus zu verfolgen.

Der Epithalamus (*178*) ist ein Gehirnteil, welcher sich von hinten her zwischen die Sehhügel beider Seiten einschiebt. Während diese letzteren in ihren vorderen Teilen nur durch die schmale Spalte des dritten Ventrikels voneinander getrennt sind, weichen sie hinter der Massa intermedia auseinander und bieten dadurch Platz für den Epithalamus. Derselbe ruht mit seinen Hauptteilen auf der Commissura posterior

[1]) Thalamus opticus.
[2]) Corpus album subrotundum.

cerebri, einer aufwärts umgerollten Platte (*191*), welche sich zwischen den beiden Sehhügeln ausspannt. Sie ist hinten an die Vierhügel angeheftet, ihr vorderer Rand liegt über dem Aditus ad aquaeductum frei. An ihrer konkaven oberen Seite erscheint sie durch einige Querfurchen wie gefaltet, an der konvexen unteren ist sie glatt. Sie wird teilweise verdeckt durch die Zirbel, Corpus pineale, einen Körper von plattgedrückt eiförmiger Gestalt, tief graurötlicher Farbe und meist höckeriger Oberfläche, der in der Vertiefung zwischen den beiden vorderen Vierhügeln ruht (*178*). Die Zirbel liegt von der Gefäßhaut umhüllt, frei in der Fissura transversa cerebri. Sie ist als eine Drüse mit innerer Sekretion anzusehen, über welche bereits in der vierten Abteilung S. 202 berichtet wurde. Mit der Zirbel in Zusammenhang steht der auf der hinteren Kommissur liegende Zirbelstiel, Habenula, welcher sich seitlich mittelst einer Verbreiterung, Trigonum habenulae, am Sehhügel anheftet und in der Mittellinie mit der der anderen Seite in der Commissura habenularum zusammenfließt. Von der Commissura posterior ist sie durch eine flache Spalte getrennt. Nach vorne setzt sich die Habenula in die Stria terminalis des Sehhügels fort (*178*).

Der Hypothalamus[1]) erstreckt sich in transversaler Richtung von dem Sulcus hypothalamicus der einen Seite zu dem der anderen, in sagittaler Richtung reicht er vom Aditus ad aquaeductum bis zur vorderen Kommissur. Seine innere Oberfläche ist glatt, nur zeigt sie eine mediane Längsfurche, seine an der Hirnbasis sichtbare äußere Oberfläche ist so gegliedert, wie es oben (S. 124) bereits beschrieben wurde. An die Substantia perforata posterior schließt sich die Pars mamillaris hypothalami an, welche von den beiden Corpora mamillaria eingenommen wird. Nun folgt die Pars optica hypothalami. Diese wird zuerst von der dünnen Platte des Tuber cinereum gebildet, von welchem das Infundibulum ausgeht. Von ihm hängt wieder der Hirnanhang, Hypophysis cerebri herab (4. Abt. S. 200). Nach vorn vom Trichter ist der äußeren Oberfläche der Hirnbasis das Chiasma opticum aufgesetzt, von welchem beiderseits der Tractus opticus ausgeht. Nach vorne vom Chiasma folgt dann die steil aufsteigende dünne Schlußplatte, Lamina terminalis (*191*), sie gehört dem Endhirn an.

### Dritter Ventrikel. Ventriculus tertius.

Der dem Zwischenhirn angehörige Teil des Ventrikelsystems ist der dritte Ventrikel, Ventriculus tertius. In ihn ergießt sich von hinten her der Aquädukt durch die erwähnte enge Mündung, Aditus ad aquaeductum, nach vorne hängt er durch die Foramina interventricularia Monroi mit den beiden Lateralventrikeln zusammen (*191*). Durch die Sehhügel, welche von beiden Seiten gegen den Ventrikelraum vordringen, wird er zu einer median stehenden Spalte verengert, welche sich nur oberhalb der Sehhügel nach beiden Seiten ausbreiten kann, so daß der Frontalschnitt eine T-förmige Gestalt zeigt (*181*). Der absteigende Teil wird von der durch die bekannte Massa intermedia gebildeten Brücke durchsetzt (*178*). Die Decke des dritten Ventrikels wird von der erwähnten Lamina epithelialis gebildet, welche von einer bindegewebigen Platte unterlegt ist, die beiden seitlichen Begrenzungen von den Sehhügeln, der Boden vom Hypothalamus. Die hintere Wand wird oberhalb der Mündung des Aquäduktes von der hinteren Kommissur des Großhirns und der Commissura habenularum gebildet (*182*). Als vordere Wand dient die Lamina terminalis und oberhalb von ihr die Columnae fornicis (*178*), zwischen deren obersten Teilen sich die vordere Kommissur des Großhirns ausspannt. Ein Medianschnitt (*191*) erweist, daß der Ventrikelboden von der hinteren

[1]) Regio subthalamica.

Wand aus sich steil abwärts senkt. Zuerst wird dieser Boden noch von den zum Mittelhirn gehörigen Tegmenten der Hirnschenkel und von der zwischen beiden liegenden Substantia perforata posterior gebildet, dann erst folgt der Hypothalamus. Die größte Tiefe wird im Trichter erreicht, von ihm aus steigt der Boden in der Lamina terminalis wieder bis zur vorderen Kommissur in die Höhe.

Von dem allgemeinen Ventrikelraum gehen einige kleine Ausbuchtungen aus, welche mit besonderen Namen belegt werden. Die flache Spalte, welche die Commissura posterior trennt, wird Recessus pinealis genannt. Ein Recessus suprapinealis oberhalb der Zirbel wird dadurch gebildet, daß zwischen ihr und der an ihre obere hintere Fläche angehefteten Tela chorioidea ventriculi tertii (s. unten) ein zwickelförmiger Spaltraum bleibt, welcher sich in den dritten Ventrikel öffnet.

Das Chiasma opticum drückt den Ventrikelboden ein, so daß hinter und vor demselben je eine besondere kleine Vertiefung entsteht, erstere Recessus infundibuli, letztere Recessus opticus genannt. Endlich ist der Recessus triangularis zu nennen, ein dreiseitiges Grübchen zwischen den Säulen des Fornix, auf dessen Grund die vordere Kommissur sichtbar ist.

## Innere Organisation.

Das zentrale Höhlengrau (Substantia grisea centralis), welches den Aquädukt umkleidet, setzt sich auch in den dritten Ventrikel fort. Es überzieht die einander zugekehrten Wände desselben, bildet seinen Boden und endet vorne im Infundibulum. Es enthält Ganglienzellen, welche sich stellenweise zu Gruppen zusammenfinden und Netze feiner markhaltiger Nervenfasern. Die von den Zellen ausgehenden Fasern strahlen nach verschiedenen Richtungen auseinander, ohne daß man jedoch die Bedeutung der Zellen und Fasern bis jetzt kennt. Edinger (1911) denkt daran, daß sie einen Zentralapparat des Sympathicus darstellen könnten.

Die Zahl der Kerne, welche im Zwischenhirn vorhanden sind, ist eine weit größere, als in den bisher betrachteten Hirnteilen, was man leicht versteht, da die Verknüpfung der weiter kaudal liegenden Einrichtungen mit denen des Vorderhirns eine immer reichere und mannigfaltigere wird, da auch die Teile des Vorderhirns selbst untereinander in Zusammenhang zu setzen sind.

Der Thalamus wird an seiner horizontalen Oberfläche von einer Schichte weißer Fasern, Stratum zonale, überzogen. In seiner Substanz findet man mehrere Kerne, welche durch Züge weißer Fasern, Lamina medullaris interna genannt, unvollständig voneinander getrennt werden. Der Nucleus anterior[1]) ist von keilförmiger Gestalt und drängt sich mit seiner nach hinten gerichteten Spitze zwischen die beiden folgenden ein. Er bildet das erwähnte Tuberculum anterius und ruht auf einer Bifurkation der Lamina medullaris interna. Der Nucleus medialis liegt an der medialen Seite der Lamina medullaris interna und reicht bis zum zentralen Höhlengrau. Vorne steht er mit dem Nucleus anterior in Verbindung, hinten geht er in die Ganglienmasse des Polsters über. Der Nucleus lateralis ist der größte Kern des Sehhügels. Er reicht von der Lamina medullaris interna bis zur inneren Kapsel, von welcher er durch eine dünne Schichte vom Bau der Formatio reticularis getrennt wird; man nennt sie Gitterschichte, Stratum reticulare. Sein ventraler Teil wird von manchen Seiten (Monakow) als Nucleus ventralis besonders bezeichnet.

Der Metathalamus besitzt in jedem der beiden Kniehöcker einen grauen Kern.

[1]) Nucleus dorsalis.

Der Epithalamus enthält das Ganglion habenulae, es liegt dicht vor den Vierhügeln und neben dem Nucleus medialis des Thalamus. Er ist in eine mediale und laterale Abteilung geteilt.

Der Hypothalamus grenzt ganz unmittelbar an das Mittelhirn und es erstrecken sich der rote Kern der Haube und die Substantia nigra von diesem aus noch in ihn hinein. Sie verschwinden erst kurz vor den Corpora mamillaria. Lateral von dem vorderen Ende dieser Gebilde erscheint der linsenförmige Nucleus hypothalamicus[1]). Er liegt medial vom Globus pallidus des Linsenkernes und wird vom Nucleus lateralis des Sehhügels gedeckt. Er wird von einer Kapsel weißer Fasern umhüllt; aus ihr dringen Fasern in den Kern ein. Seine Bedeutung ist noch völlig unbekannt. Die Corpora mamillaria sind von einer Schichte weißer Substanz, Stratum zonale, überzogen. Im Inneren beherbergen sie zwei Nuclei corporis mamillaris, einen größeren medialen und einen kleineren lateralen.

Die Nervenzellen der Kerne des Zwischenhirns sind klein, am größten die des vorderen Kernes und des Pulvinar. Sie zeigen keine Besonderheiten, welche hervorzuheben wären.

Die Bahnen, welche mit diesen Kernen in Verbindung stehen, sind von dreierlei Art. Die einen bringen die Leitungen der zentripetalen Nerven zum Zwischenhirn, um in deren Kerne einzutreten, von welchen dann neue Leitungen in neuen Kombinationen nach dem Endhirn gehen. Die anderen bringen Erregungen vom Endhirn, die dritten verbinden lediglich Teile des Gehirns unter sich, ohne mit peripherischen Nerven in unmittelbare Verbindung zu treten.

Was die ersteren anlangt, so ist vor allem des Sehnerven zu gedenken, welcher in der Hauptsache dem Zwischenhirn selbst angehört. Er gelangt aus der Augenhöhle in das Chiasma opticum, in welchem seine Fasern beim Menschen eine partielle Kreuzung durchmachen (*230*). Nicht bei allen Wirbeltieren ist dies ebenso. Säuger mit weit seitwärts stehenden Augen haben erheblich mehr kreuzende Fasern und niedere Wirbeltiere lassen die auf der gleichen Körperseite bleibenden Fasern ganz vermissen, sie besitzen eine totale Kreuzung.

Von dem Chiasma setzt sich zentralwärts der Tractus opticus fort, welcher sich um den Hirnschenkel herumwindet; Chiasma und Tractus sind mit der Hirnsubstanz verwachsen (*190*). Nach oben teilt sich der Tractus in die Radix medialis und lateralis. Die Hauptmasse der lateralen Wurzel dringt in das Corpus geniculatum laterale ein, wo sie die graue Substanz des Ganglion in mehrere Abteilungen spaltet. Andere Fasern überziehen die Oberfläche des lateralen Kniehöckers als Stratum zonale. Ein großer Teil der lateralen Wurzel gelangt aber nicht in den lateralen Kniehöcker, sondern geht einerseits zum vorderen Vierhügel (S. 154), andererseits zum Sehhügel (*230*). Diese Fasern treten teils unter dem Kniehöcker durch und gelangen in das Pulvinar, teils gehen sie oberflächlich weiter und beteiligen sich an der Bildung des weißen Stratum zonale, welches die obere Fläche des Sehhügels überzieht. Die mediale Wurzel gelangt durch den medialen Kniehöcker und neben ihm direkt in den vorderen Vierhügel. Mit diesen primären Zentren ist das Ende der direkten Sehnervenbahn erreicht und es beginnt von ihnen aus die sekundäre Leitung. Dieselbe vermittelt als Gratioletsche Sehstrahlung im hintersten Teil der inneren Kapsel die Verbindung mit der Rinde des Cuneus und der benachbarten Occipitalwindungen.

[1]) Corpus Luysi. Corpus subthalamicum.

Das Chiasma opticum enthält außer den Fasern des Sehnerven noch andere, welche nichts mit ihm zu tun haben. Die Commissura inferior (Guddeni) am hinteren Rand des Chiasma, besteht aus besonders feinen Fasern, welche sich in dem Corpus geniculatum mediale und im Colliculus quadrigeminus inferior verlieren. Die Commissura superior (Meynerti) liegt an der Grenze des Chiasma und des Tuber cinereum. Sie besitzt stärkere Fasern; ihre Endigung finden sie im Linsenkern (*230*).

Das Corpus geniculatum mediale nimmt, wie schon erwähnt (S. 142), die Fasern der Hörbahn aus dem Corpus trapezoideum auf. Sie stellt damit die primäre Endigung des Hörnerven dar. Von ihm aus gelangt eine neue Bahn in die Rinde des Schläfenlappens. Die nahe benachbarten Zentren des Seh- und Hörnervens treten miteinander zur Herstellung von Reflexbahnen in Beziehung.

Während also Sehnerv und Hörnerv ihre primäre Endigung im Zwischenhirn finden, gelangt von den sensiblen Nerven das zweite Neuron in dasselbe. Sie haben ihre erste Station schon im Rückenmark oder in den Kernen des verlängerten Markes oder in den Endkernen der sensiblen Gehirnnerven erreicht, von welchen aus nun eine neue Bahn nach dem Sehhügel hinzieht. Man findet einen Tractus spinothalamicus (S. 117) und einen Tractus bulbothalamicus, welche in der medialen Schleife in den lateralen Kern des Sehhügels aufsteigen. Die neue Bahn geht von dort durch die innere Kapsel oder nach Durchquerung des Linsenkernes zur Großhirnrinde.

Nach vorstehendem hat man im Sehhügel einen Apparat zu sehen, welcher alle zentripetalen Nervenbahnen des Körpers aufnimmt. Von ihm aus beginnen dann neue Bahnen, welche in den Streifenhügel und nach allen Seiten in die Großhirnrinde vordringen (Radiatio thalami), ebenso kommen umgekehrt auch vom Endhirn Züge, welche sich im Sehhügel mit den daselbst befindlichen Einrichtungen verbinden.

Die motorische Nervenbahn hat weder im Diencephalon noch im Rhombencephalon Zwischenstationen, sie gelangt vom Endhirn sogleich an die Zellen der motorischen Kerne des verlängerten Markes und der Vordersäulen des Rückenmarks.

Kerne, welche nicht mit peripherischen Nerven in unmittelbarem Zusammenhang stehen, sind die Ganglien des Epithalamus und des Hypothalamus.

Im Ganglion habenulae mündet der Hauptteil der Stria medullaris des Sehhügels, welche Fasern aus dem Fornix, aus dem Septum lucidum und der Area olfactoria führt. Auch Fasern aus dem Inneren des Sehhügels verlaufen in ihr. Ferner sendet das Ganglion durch die Commissura habenularum Fasern zu dem der anderen Seite und rückwärts Verbindungen zu den vorderen Vierhügeln. Ein Zug gelangt zum Ganglion interpedunculare, der oben schon erwähnte (S. 155) Fasciculus retroflexus (*234*).

Im Ganglion mamillare strahlen Züge, welche von verschiedenen Seiten kommen, zusammen (*234*). Ein großer Teil der Fasern des Fornixschenkels endet im medialen Ganglion. Von ihm geht weiter ein Stammbündel aus, welches sich alsbald in einen aufsteigenden und einen rückläufigen Zweig teilt. Der erstere ist der Tractus mamillothalamicus [1]), welcher in den Nucleus anterior des Sehhügels gelangt, der letztere ist der Tractus tegmentomamillaris [2]), welcher nach hinten zur Haube des Hirnschenkels zieht; dort endet er in dem kleinen Ganglion ventrale tegmenti (S. 147). Im lateralen Ganglion nimmt der Pedunculus mamillaris seinen Ursprung, er endet im Ganglion dorsale tegmenti (S. 147). Beide Züge verlaufen ventral vom medialen Längsbündel durch die Haube.

[1]) Vicd'Azyrsches Bündel.

[2]) Haubenbündel.

Im großen und ganzen ist das Zwischenhirn also ein sehr wichtiges Reflexzentrum, welches die zentripetalen Erregungen der verschiedensten Gebiete miteinander verknüpft, wo die sekundäre Leitung der sensiblen Nervenfasern des Rückenmarkes und des verlängerten Markes Gelegenheit haben mit Kollateralen der Sehsphäre und Hörsphäre in Verbindung zu treten. Von ihm gehen zweifellos auch Verbindungen zu motorischen Nerven, jedenfalls zu den Augenmuskelnerven hin (aus den Corpora mamillaria) und von ihm aus werden nach allen Teilen der Großhirnrinde Verbindungen abgesandt.

Praktische Bemerkungen. Die Symptome bei Erkrankungen des Sehhügels sind noch nicht genügend geklärt. Daß Affektionen der primären optischen Endigungen Sehstörungen hervorrufen, versteht man ohne weiteres, auch das Gehör und das Tastgefühl kann leiden.

### β) Endhirn, Telencephalon.

#### Gröbere Bauverhältnisse.

Dem Endhirn fehlt ein paläencephaler Teil nicht, doch tritt er beim Menschen dem Neencephalon gegenüber bedeutend zurück, und es erfährt bei ihm im Gegensatz dazu dieses letztere eine besonders große Massenentwickelung. In früher Entwickelungszeit treibt das Endhirn jederseits eine blasenförmige Ausstülpung (1. Abt. S. 182, 197, 221), in deren Hohlraum man durch eine anfangs weite Öffnung, das schon mehrfach erwähnte Foramen interventriculare Monroi hineinkommt. Der Hohlraum selbst wird in der Folge zum Seitenventrikel, Ventriculus lateralis, die Wand zum Hirnmantel, Pallium. Die unterhalb des Foramen interventriculare liegenden Teile des Endhirns, welche sich ausbilden ohne sich an der Aussackung zu beteiligen, sind dessen paläencephaler Abschnitt; man bezeichnet sie als den Stammteil der Hemisphäre. Ihrer ursprünglichen Bedeutung nach sind sie als die zentrale Endstätte des Riechnerven anzusehen und bestehen aus dem an der Hirnbasis gelegenen Riechlappen, Lobus olfactorius, welcher die Riechfasern direkt aufnimmt und aus dem von ihm aus in die Tiefe gehenden Stammganglion, dem Streifenhügel, Corpus striatum. Der Riechlappen ist beim Menschen ebenso schwach entwickelt, wie der Geruchsapparat im ganzen, sein Ganglion aber, der Streifenhügel, ist wie bei anderen Säugern ein beträchtlicher Gehirnteil. Dies hat seinen Grund darin, daß derselbe vom großen Hirnmantel her stark beeinflußt wird und sich zu einer wichtigen Umschaltestation für nervöse Erregungen verschiedener Art ausgebildet hat.

Zum Stammteil des Endhirns gehört auch die oben bei der Beschreibung des Zwischenhirns schon erwähnte Schlußplatte, Lamina terminalis.

### 1. Stammteil des Endhirns.

Das Riechhirn, Rhinencephalon, ist in zwei Abschnitte zu teilen, den an der Hirnbasis befindlichen Riechlappen, Lobus olfactorius, und die dem Neencephalon angeschlossenen tertiären Zentren des Riechapparates. Während die letzteren der Beschreibung der Großhirnhemisphären vorzubehalten sind, ist der erstere hier zu behandeln.

Bei makrosmatischen Tieren erlangt der Riechlappen eine beträchliche Größe, er kann selbst eine Fortsetzung des Lateralventrikels enthalten. Bei dem mikrosmatischen Menschen ist er stark reduziert. Man kann ihn in zwei Teile teilen, einen Lobus olfactorius anterior und posterior, welche durch eine seichte Furche, Sulcus parolfactorius posterior, voneinander getrennt sind (225).

Der vordere Riechlappen beginnt mit dem grauen Riechkolben, Bulbus olfactorius, einem ovalen oder elliptischen Körper, welcher auf der Lamina cribrosa des Siebbeins ruht. Er nimmt die aus der Nasenhöhle durch die Löcher der Siebplatte in einer lateralen und einer medialen Reihe aufsteigenden Fila olfactoria (S. 33) auf. An ihn schließt sich nach hinten der verjüngte, dreiseitig prismatische Riechstreifen, Tractus olfactorius, an, ein Streifen weißer Substanz, welcher im Sulcus olfactorius des Stirnlappens der Hemisphäre seinen Platz hat. Sein Ende findet er auf dem Trigonum olfactorium, einer dreiseitig begrenzten Fläche unmittelbar vor der Substantia perforata anterior. Vom Tractus gehen drei markweisse Streifen aus (*225*), von welchen der mittlere, Stria intermedia, kurz und oft undeutlich ist; er endet sogleich in der Substantia perforata anterior. Die Stria medialis läuft am medialen Rand des Trigonum hin und senkt sich in die Area parolfactoria Brocae ein, ein Rindenfeld, welches an der medialen Seite der Hemisphäre unter dem Rostrum des Balkens liegt und nach vorne durch den Sulcus parolfactorius anterior, nach hinten durch das Ende des schon erwähnten Sulcus parolfactorius posterior begrenzt wird. Die Area parolfactoria leitet zum zentralen Gebiet des Riechhirns, zum Gyrus fornicatus über.

Die Stria lateralis ist länger als die Stria medialis; sie geht am lateralen Rand des Trigonum entlang bis zur Inselschwelle, Limen insulae. Diese gehört nicht zur Insel, wie man etwa aus dem Namen entnehmen könnte, sondern ist ein dem Riechhirn zuzurechnender Wulst. Er knickt sich winkelig um, um auf das vordere Ende des Gyrus hippocampi überzugehen. Dort endet er in zwei parallel verlaufenden Anschwellungen, einer lateralen, Gyrus ambiens (*225*) und einer medialen, Gyrus semilunaris, welche bei Feten deutlich sind, bei Erwachsenen aber oft verstreichen.

Der hintere Riechlappen schließt sich an das Trigonum olfactorium an; er besteht in der Hauptsache aus der Substantia perforata anterior (*225*)[1]. Der vordere Teil derselben besitzt zahlreiche Gefäßlöcher, der an den Tractus opticus angrenzende hintere Teil besitzt eine geringere Zahl von solchen und ist heller. Man nennt ihn Brocas diagonales Band, Gyrus diagonalis rhinencephali. Die Fortsetzung des Brocaschen Bandes auf die mediale Seite der Hemisphäre wird als Gyrus subcallosus[2]) bezeichnet (*191*). Er liegt hinter der Area parolfactoria und grenzt unmittelbar an die vordere Kommissur und die Lamina terminalis an.

Der Streifenhügel, Corpus striatum, ist der Ganglienkörper des Stammteiles des Endhirns. Wie der Sehhügel, so entsteht auch der Streifenhügel bei der Entwickelung als eine seitenständige Verdickung des Hirnrohres (1. Abt. S. 195). Er steht auf dem Riechlappen und hängt mit ihm unmittelbar zusammen. Durchtretende Züge weißer Substanz (Capsula interna) sprengen ihn in zwei Teile auseinander, welche nur ganz vorne, bis wohin dieselbe nicht reicht, miteinander zusammenfließen. Der im Seitenventrikel zutage tretende Teil des Streifenhügels ist der Schwanzkern, Nucleus caudatus (*176*). Er ist von keulenförmiger Gestalt, vorne angeschwollen, hinten lang ausgezogen und von gleichmäßig grauer Farbe. Sein gewölbter Kopf, Caput nuclei caudati, ist vorne und medianwärts abgerundet. Er überschreitet das vordere Ende des Sehhügels und hat seinen Platz im Vorderhorn des Seitenventrikels. Weiter hinten tritt der Nucleus caudatus an die laterale Seite des Sehhügels und wird von diesem durch die schon mehrfach erwähnte Stria terminalis getrennt. Er zieht

[1]) Tuberculum olfactorium, Spatium olfactorium. Ein Teil davon ist Edingers Lobulus parolfactorius.

[2]) Pedunculus corporis callosi.

sich dabei in einen langgestreckten Streifen aus, Cauda nuclei caudati, welche rückwärts bis zum Dach des Unterhornes des Seitenventrikels reicht. In der Tiefe hängt der Kopf mit der Substantia perforata anterior zusammen.

Der in das Innere der Hemisphäre zurückgezogene Teil des Streifenhügels ist der Linsenkern, Nucleus lentiformis (*179—181*)[1]). Die Form des Linsenkernes ist im ganzen die einer bikonvexen Linse, auf Frontalschnitten des Gehirns aber erscheint er mehr oder weniger keilförmig. Er wird hinten vom Sehhügel überragt, sein vorderes Ende fließt, wie erwähnt, mit dem des Schwanzkernes zusammen (*179*), seine größte Breite erreicht er in der Frontalebene der Massa intermedia des dritten Ventrikels. Zwei dem lateralen Rande des Linsenkernes konzentrische und in ziemlich gleichen Abständen zwischen diesem Rand und der gegenüber liegenden Spitze verlaufende weiße Markstreifen scheiden den Hauptteil des Linsenkernes in drei Zonen, welche sich durch Unterschiede in der Farbe und Struktur gegeneinander absetzen. Die äußerste Zone, die Schale, Putamen, ist dunkel braunrot, sie ist in allen Dimensionen die größte, sie ist es auch, welche vorne mit dem Kopf des Schwanzkernes zusammenhängt. Die beiden anderen Abteilungen werden unter dem Namen Globus pallidus zusammengefaßt. Sie sind heller als das Putamen, mehr blaßgrau, die innerste ist durch einen Stich ins Rötliche den Kernen des Tegmentum ähnlich.

Der Linsenkern ist ringsum von weißer Substanz umschlossen; eine dünnere Schichte trennt ihn vom Claustrum (s. nachher), sie heißt äußere Kapsel, Capsula externa, eine dickere vom Schwanzkern und Sehhügel, die innere Kapsel, Capsula interna (*180, 181*). Die letztere ist winkelig geknickt und zwar sieht die Spitze des Winkels, Genu capsulae internae, medianwärts (*185*). Der vordere kürzere Schenkel, Pars frontalis capsulae internae, trennt den Schwanzkern, der längere hintere, Pars occipitalis capsulae internae, den Sehhügel vom Linsenkern.

Mit dem Riechlappen stehen noch zwei andere im Inneren der Hemisphäre vorhandene graue Massen zusammen, Claustrum und Amygdala. Die Vormauer, Claustrum (*179—181*), liegt an der lateralen Seite des Linsenkernes und der äußeren Kapsel. Sie erscheint auf horizontalen und frontalen Schnitten des Gehirns als ein nach dem äußeren Kontur des Linsenkernes gekrümmter schmaler Streif, ist demnach eine dünne, nach der Außenfläche des Linsenkernes gewölbte Platte. Sie steht an ihrem unteren Ende mit der Substantia perforata anterior in Verbindung. Von der konvexen Fläche der Vormauer erheben sich hier und da niedrige Leisten, die sich auf dem Durchschnitt wie kurze Zacken ausnehmen.

Der Mandelkern, Nucleus amygdalae (*182*), springt von der Substantia perforata anterior aus und mit ihr zusammenhängend in das Innere des Gehirns hinein vor. Auch mit der Rinde des Gyrus hippocampi ist er verbunden.

Die Beschreibung der Rinde des Stammteiles wird aus praktischen Gründen besser mit der des Hirnmantels verbunden, sie wird sogleich folgen.

## 2. Mantelteil des Endhirns.

Die Ausbildung des Gehirnmantels steht in der Wirbeltierreihe in geradem Verhältnis zur geistigen Leistungsfähigkeit der Arten und man beobachtet, daß auch das menschliche Pallium während seiner Entwickelung Wandlungen durchmacht, welche das Aufsteigen der ganzen Reihe abspiegeln. Besonders ist folgendes hervorzuheben: Erstens erfahren die ursprünglich dünnwandigen Blasen, als welche die beiden

[1]) Nucleus lenticularis.

Mantelteile des Großhirns sich anlegen, eine sehr erhebliche Verdickung der Wand, welche begleitet ist von einer komplizierten Einfaltung der ganzen Oberfläche; zweitens treten Verwachsungen der beiden medialen einander zugekehrten Hemisphärenwände auf, welche zur Bildung von Kommissuren führen; drittens wird die ganze Gestaltung der Seitenventrikel durch die Wachstumsverhältnisse maßgebend beeinflußt (vgl. 1. Abt. S. 222).

Der Mantel des Großhirns besteht ähnlich, wie das Kleinhirn, aus einer grauen Rinde, welche die Oberfläche bedeckt und einer daran sich anschließenden weißen Substanz; diese setzt sich aus den Faserzügen zusammen, welche die Leitung von und zu der Rinde sowie der einzelnen Rindenterritorien untereinander besorgen. Die weiße Substanz erscheint als das Centrum semiovale (S. 125), welches auf jedem Schnitt durch das Großhirn sogleich ins Auge fällt. Ein solcher Schnitt tut auch dar, daß sich an einem menschlichen Gehirn die Ventrikelwand enorm verdickt hat. An der gewaltigen Verdickung des Mantels aber beteiligt sich der zum Stammteil zu rechnende Teil der Hirnwand nicht. Er ruht auf der seitlichen Oberfläche des Stammganglions, welch letzteres die bedeckende Hemisphärenwand gleichsam zurückhält. Dieser Stammlappen des Großhirns führt den Namen Insel, Insula (*173*). Die stark gewulsteten Teile des Mantels umgeben die Insel ringförmig, weshalb man sie auch als ringförmigen Lappen bezeichnet. Nur unten, wo der Riechlappen an die Insel anstößt, bleibt der Ring unvollständig (1. Abt. Fig. *207*, S. 197).

Der ringförmige Lappen wächst im Lauf der Entwickelung immer mehr heran und seine gewulsteten Ränder schlagen endlich von oben, von vorn und von hinten unten über der Insel zusammen, so daß sie vollständig verdeckt wird und es zeigt nur eine Spalte mit mehreren Armen, wo sie in der Tiefe zu suchen ist. Die überhängenden Mantelränder werden als Klappdeckel, Operculum, bezeichnet und man unterscheidet eine Pars frontalis, parietalis und temporalis desselben. Der von oben herkommende parietale Wulst ist weitaus der größte und man findet bei der Beschreibung oft die beiden anderen vernachlässigt und nur ihn allein als Operculum bezeichnet.

Die Spalte, welche am ausgebildeten Gehirn den Zugang zur Insel darstellt, nennt man die Sylvische Spalte, Fissura lateralis Sylvii (*163*) und die Grube, in welche man nach Auseinanderziehen der Spalte hineinblickt, um auf ihrem Boden die Insel zu überschauen, heißt seitliche Gehirngrube, Fossa cerebri lateralis Sylvii. Der Stamm der Spalte steigt von der Substantia perforata anterior herauf, in einem längeren Ast, Ramus posterior, stoßen die Ränder des Operculum parietale und temporale zusammen. Zwei kürzere vordere Äste, Ramus anterior ascendens und Ramus anterior horizontalis, entstehen dadurch, daß der Frontalteil des Operculum, welcher sich von vorn her über die Insel schiebt, an seiner oberen und unteren Seite von einer Spalte flankiert wird (*164*).

Die Insel, Insula (*173*), welche also, wie gesagt, zum Stammteil des Endhirns gehört, wird ringsum durch eine Furche, Sulcus circularis Reili umgrenzt, welche jedoch unten, wo auch die Bildung des Operculum ausbleibt, fehlt, dort findet man vielmehr die Inselschwelle, Limen insulae, durch welche sich die Substantia perforata anterior gegen die Insel absetzt (S. 163). Die Oberfläche der Insel, welche im Anfang der Entwickelung ebenso glatt war, wie die Oberfläche des Mantels, wird in ausgebildetem Zustand von einer Anzahl seichter vertikaler Furchen durchzogen, welche nach der Inselschwelle hin zusammenstrahlen. Sie grenzen fünf oder sechs Wülste voneinander ab. Die hintersten ein bis drei Gyri longi insulae sind am längsten; sie werden durch eine etwas tiefer einschneidende Furche, Sulcus centralis

insulae von den weiter vorn liegenden getrennt. Die Gyri longi schließen sich unten an die Spitze des Schläfenlappens, oben an die hintere Zentralwindung an. Die weiter vorne gelegenen Gyri breves sind kürzer; die Stelle, an welcher die Wülste oberhalb der Inselschwelle zusammenstrahlen, wird als Inselpol bezeichnet. Vor und über ihnen liegt die untere Stirnwindung.

Dem ringförmigen Lappen gehören alle an der Oberfläche des Großhirns vorhandenen Furchen und Windungen an und dann auch die, welche medianwärts gegen die Insel gerichtet sind und erst sichtbar werden, wenn man die Ränder der Fissura cerebri lateralis Sylvii auseinander zieht.

Die im Lauf der Entwickelung entstehenden Furchen unterscheidet man als primäre und sekundäre. Die ersteren werden unter dem Namen von Totalfurchen oder Fissuren, Fissurae, die letzteren unter dem Namen Furchen schlechtweg, Sulci, beschrieben. Die Fissuren erscheinen im 2. und 3. Fetalmonat. Sie durchsetzen die ganze Hirnwand in der Art, daß einer Einfaltung der äußeren Fläche ein Wulst der im Ventrikel sichtbaren inneren Fläche entspricht. Abgesehen von der Fissura lateralis, welche, wie oben beschrieben, in etwas anderer Weise entsteht, heißen die Totalfurchen: Fissura chorioidea, Fissura hippocampi, Fissura parieto-occipitalis, Fissura calcarina, Fissura collateralis (*164, 172*). Alle anderen auf der Großhirnoberfläche sichtbaren Furchen sind sekundäre, welche erst vom sechsten Fetalmonat ab auftreten. Je früher eine Furche erscheint, um so konstanter zeigt sie sich auch im späteren extrauterinen Leben; man findet daher in den Totalfurchen nur selten Abweichungen von der Norm, in den zuletzt hinzukommenden seichten Furchen dagegen ist ein bestimmter Typus überhaupt nicht mehr zu erkennen. Von den sekundären Furchen ist die zuerst erscheinende und wichtigste der Sulcus centralis, an welchen sich dann in der Folge die übrigen anschließen.

Betrachtet man die Hemisphären eines ausgebildeten Gehirns, dann sieht man, daß die äußere Oberfläche entsprechend der umschließenden Schädelkapsel konvex gewölbt ist. Die mediale Oberfläche ist gegen die der anderen Seite abgeplattet und es gehen die gewölbte und die platte Seite mittelst einer stumpfen Kante, welche man als Mantelkante bezeichnet, ineinander über. Die untere Seite der Hemisphären ist nach der Unterlage geformt, weiter vorne nach dem Relief der vorderen und mittleren Schädelgrube, hinten nach dem Kleinhirnzelt. Man unterscheidet an der Hemisphärenoberfläche eine Anzahl von Lappen, welche sich mehr oder weniger scharf gegeneinander abgrenzen. Die Sylvische Spalte trennt den unter ihr liegenden Schläfenlappen, Lobus temporalis, von den über ihr liegenden Teilen ab (*163*). Diese werden durch die Zentralfurche in den vor ihr liegenden Stirnlappen, Lobus frontalis, und den hinter ihr liegenden Scheitellappen, Lobus parietalis, geschieden. Der letztere grenzt sich nach hinten durch die Fissura parietooccipitalis gegen den Hinterhauptslappen, Lobus occipitalis, ab. Die Fissur (*169, 172*) gehört nur zu einem kleinen Teil der konvexen Hemisphärenfläche an[1]); unter ihr ist die Abgrenzung des Hinterhauptslappens gegen Scheitellappen und Schläfenlappen keine ganz scharfe.

Die Lappen lassen sich auch auf die mediale und untere Fläche der Hemisphären verfolgen. Auf der medialen Fläche ist Stirnlappen und Scheitellappen nur durch das Ende der Zentralfurche abgegrenzt, sonst aber nicht. Die Fissura parietooccipitalis trennt Scheitel- und Hinterhauptslappen scharf voneinander, ebenso die Fissura collateralis Hinterhaupts- und Schläfenlappen. An der Basis der Hemisphäre ist

[1]) Zuweilen erstreckt sie sich weiter auf die konvexe Hemisphärenfläche und mündet dann in den unteren Ast der Interparietalfurche ein (Affenspalte).

Stirn- und Schläfenlappen durch den Anfang der Fissura lateralis Sylvii sehr deutlich geschieden.

Die zwischen den Furchen der Hemisphärenoberfläche befindlichen Teile wulsten sich und bilden so die Gehirnwindungen, Gyri cerebri. Furchen und Windungen beschreiben im allgemeinen einen Bogen um das hintere Ende der Sylvischen Spalte herum, welcher der widderhornähnlichen Krümmung des ringförmigen Lappens im ganzen konzentrisch verläuft, doch sind Störungen dieses Verlaufes an zahlreichen Stellen zu finden (*163, 172*). Die entschiedenste Unterbrechung erfahren die konzentrischen Züge durch die erwähnte Zentralfurche, Sulcus centralis Rolandi[1]), welche ungefähr in der Mitte der konvexen Fläche der Hemisphäre in weitläufigen Zickzackbiegungen von oben nach unten mit geringer Neigung vorwärts verläuft. Sie trennt voneinander die beiden Zentralwindungen, Gyrus centralis anterior und Gyrus centralis posterior[2]). Die beiden Zentralwindungen werden nach vorn und hinten durch den Sulcus praecentralis[3]) und Sulcus retrocentralis[4]) abgegrenzt.

Die Windungen des Stirnlappens werden durch einen Sulcus frontalis superior und Sulcus frontalis inferior in drei Stirnwindungen geschieden, einen Gyrus frontalis superior, Gyrus frontalis medius, und Gyrus frontalis inferior. Sie hängen durch Übergangswindungen (Gyri transitivi) mit der vorderen Zentralwindung zusammen. Die obere Stirnwindung liegt auf der Mantelkante und greift auf die mediale Hemisphärenfläche über; sie ist meist recht gut abzugrenzen. Die mittlere Stirnwindung ist breit und zeigt sich durch kleine unterbrochene Sekundärwindungen vielfach unterbrochen. Oft aber ist es möglich, eine deutlich ausgeprägte Furche zu finden (Sulcus frontalis medius), welche die Windung in einen nach dem Scheitel hin gelagerten Windungszug, Pars superior, und einen nach der Basis gelagerten, Pars inferior, trennt. Die untere Stirnwindung umkreist den vorderen Schenkel der Fissura cerebri lateralis. Da dieser aber aus zwei Ästen besteht, wird durch sie die Windung in drei Teile geschieden, einen oberen, Pars opercularis, einen mittleren, Pars triangularis[5]) und einen unteren Pars orbitalis. Um die Spitze des Stirnlappens, Polus frontalis, herum lassen sich die drei Stirnwindungen auf die Basis verfolgen, die obere in den Gyrus rectus, die beiden anderen in Windungen von wechselnder Gestalt, welche man als Gyri orbitales zusammenfaßt. Der Gyrus rectus wird seitlich begrenzt von dem Sulcus olfactorius, in welchem der Tractus olfactorius Platz findet (S. 163); die Gyri orbitales werden durch Furchen getrennt, welche bald eine dreihörnige, bald eine H-förmige Figur darstellen.

Am Parietallappen findet man eine Furche, Sulcus interparietalis, welche hinter dem oberen Teil des Sulcus retrocentralis beginnt und im Bogen die Enden der Sylvischen Spalte und der oberen Schläfenfurche umkreist. Ein kurzer Sulcus parietalis transversus geht von ihm aus gegen die Mantelkante hin. Der Sulcus interparietalis trennt zwei Scheitelläppchen voneinander, den Lobulus parietalis superior und inferior. Das obere Scheitelläppchen erreicht die Mantelkante und überschreitet sie, das untere trennt man in zwei Windungen. Der Teil, welcher das hintere Ende der Sylvischen Spalte umzieht, wird als Gyrus supramarginalis

[1]) Fissura centralis, Sulcus Rolandi, Scissura perpendicularis.

[2]) Gyrus Rolandicus anterior und posterior.

[3]) Sulcus praerolandicus.

[4]) Sulcus postcentralis.

[5]) In die Pars triangularis dringt nicht selten eine Fortsetzung des Sulcus frontalis inferior ein (Sulcus radiatus).

bezeichnet, der um das hintere Ende der oberen Schläfenfurche verlaufende als Gyrus angularis.

Der Occipitallappen läuft in eine hintere Spitze, Polus occipitalis, aus. Die Furchen und Windungen seiner konvexen Fläche sind sehr wechselnd und gleichen sich meist nur wenig auch an den beiden Seiten eines Gehirns. Man unterscheidet Gyri und Sulci occipitales superiores und Gyri und Sulci occipitales laterales. Von den ersteren ist die Windung, welche das Ende der Fissura parieto-occipitalis umkreist, die konstanteste.

Der Temporallappen zeigt an der der Insel zugekehrten Fläche zwei oder drei kleine Sulci und Gyri temporales transversi. Auf der konvexen Hemisphärenfläche werden durch einen Sulcus temporalis superior und Sulcus temporalis medius drei gewöhnlich gut unterscheidbare Windungen, Gyrus temporalis superior, medius und inferior voneinander getrennt. Die obere Schläfenwindung grenzt an die Fissura cerebri lateralis Sylvii und geht aus dem Gyrus supramarginalis hervor. Die mittlere Schläfenwindung schließt sich an den Gyrus angularis, die untere an die Hinterhauptswindungen an. Letztere reicht bis an den unteren Rand der konvexen Hemisphärenfläche und geht von ihr aus auf die Basis über. Dort wird sie begrenzt vom Sulcus temporalis inferior. Neben diesem folgt an der Basis der Gyrus fusiformis, der seinen Namen einer Verbreiterung in der Mitte seines Verlaufes verdankt. Er erreicht hinten den Polus occipitalis. An seiner medialen Seite trifft man auf die Fissura collateralis, durch welche er hinten von dem Gyrus lingualis, vorn von dem Gyrus hippocampi getrennt wird. Der erstere steht ebenfalls mit dem Hinterhauptslappen in Verbindung, von letzterem unten noch mehr. Bis an die vordere abgerundete Spitze des Temporallappens, Polus temporalis, reichen die erwähnten Furchen nicht heran, so daß die Windungen daselbst miteinander zusammenfließen.

An der medialen Oberfläche der Hemisphäre findet man an die Mantelkante angrenzend, Windungszüge, welche von der konvexen Seite der Hemisphäre übergreifen. Am weitesten nach vorne ist dies, wie schon erwähnt, der Gyrus frontalis superior. An ihn schließt sich der Lobulus paracentralis, der Schlußbogen, welcher um das obere Ende des Sulcus centralis Rolandi herum die beiden Zentralwindungen miteinander verbindet; er hat eine ungefähr vierseitige Gestalt. Auch das hinter ihm folgende Rindenfeld, Praecuneus, ist quadratisch, es stellt die Fortsetzung des Lobulus parietalis superior auf die mediale Hemisphärenfläche dar. Nun folgen jene beiden so frühe auftretenden tiefen Furchen, Fissura parietooccipitalis und Fissura calcarina, sie divergieren von einem gemeinsamen Stamm aus und umfassen ein zwickelförmiges Rindenfeld, Cuneus, welches mit den Windungen des Occipitallappens der konvexen Seite in Verbindung steht. Die oberste Stirnwindung und das Parazentralläppchen werden durch eine Furche, Sulcus cinguli, von den weiter nach dem Balken zu gelegenen Gebilden getrennt; an dieser Furche unterscheidet man den vorderen Teil als Pars subfrontalis von dem hinteren als Pars marginalis. Dieser letztere Teil biegt um den Rand des Parazentralläppchens nach dem Scheitel hin um, von wo aus er dann, auf die konvexe Fläche übertretend, in den Sulcus retrocentralis übergeht. Der Praecuneus ist durch einen Sulcus subparietalis nur unvollkommen von den unter ihm nach dem Balken zu liegenden Rindenpartien getrennt.

Die unter dem Sulcus cinguli gelegenen Rindenwindungen nehmen eine gewisse Sonderstellung ein, sie sind das Rindengebiet des Riechhirns. Sie geben den widderhornartig gekrümmten Verlauf des ringförmigen Lappens am treuesten wieder; man

bezeichnet sie im ganzen als Gyrus fornicatus und trennt diesen Verlauf wieder in Gyrus cinguli und Gyrus hippocampi. Der erstere umfaßt bogenförmig den Balken, von welchem er durch eine tiefe Furche, Sulcus corporis callosi, getrennt wird; er beginnt mit ihm an der medialen Fläche des Stirnlappens und gelangt bis zum Splenium desselben. Durch den Beginn der Fissura parietooccipitalis, welche weit nach vorne vordringt, wird die Windung beträchtlich verschmälert, Isthmus gyri fornicati. Dann verbreitert sie sich wieder, um als Gyrus hippocampi den Hirnschenkel zu umkreisen und an der medialen Seite des Polus temporalis mit einer hakenförmigen Anschwellung, Uncus gyri hippocampi, zu endigen. Die laterale Grenze des Gyrus hippocampi wird, wie oben schon bemerkt, von der Fissura collateralis gebildet. Die Farbe des Gyrus hippocampi ist nicht rein grau, wie die der übrigen Windungen, sondern sie geht nach der medialen Fläche allmählich in Weiß über; einen eigentümlichen Wechsel von grauer und weißer Substanz, kleine weiße Kreise von schmalen, netzförmigen grauen Streifen umgeben, zeigt die untere Fläche des unteren Schenkels des Hakens, Substantia reticularis alba (Arnoldi).

## Großhirnkommissuren und Fornix.

An der unteren Kante der medialen Seite des ringförmigen Lappens bilden sich frühzeitig zwei Fissuren, die Fissura chorioidea und die Fissura hippocampi [1]). Den zwischen beiden Fissuren liegenden Teil der Hemisphärenwand bezeichnet man als Gyrus dentatus. Fissuren und Windung haben den gleichen Bogenverlauf, wie der ringförmige Lappen im ganzen. Der Gyrus dentatus erlangt bald eine keilförmige Gestalt mit vorderer abgerundeter Breitseite und hinterer Spitze. Sein oberer Rand und ebenso sein unterer verdickt sich und verwächst von der Lamina terminalis aus nach hinten fortschreitend oberhalb des Thalamus mit dem der Gegenseite. In die obere Verwachsung dringen Querfasern ein und bilden dadurch Kommissuren, zuerst die Commissura anterior und dann den Balken, Corpus callosum, welcher vom vorderen Ende der Bogenwindung nach hinten wächst. Die Verwachsung des unteren Randes enthält Längsfasern und stellt das Gewölbe, Fornix, dar. Der zwischen Balken und Gewölbe liegende Teil der Gehirnwand verwächst nicht mit dem der Gegenseite; er spannt sich zwischen beiden als eine vertikal stehende Doppelplatte aus, das Septum pellucidum, zwischen deren Platten sich ein Spaltraum erhält, das Cavum septi pellucidi. Nach hinten spitzt sich das Septum pellucidum immer mehr zu, schließlich endet es, Balken und Gewölbe berühren sich und verwachsen miteinander.

In ausgebildetem Zustand ist die Commissura anterior cerebri in dem von oben her geöffneten Ventrikelsystem als ein kurzer querer Strang zwischen den beiden Fornixschenkeln an der vorderen Grenze des dritten Ventrikels sichtbar. Auf dem Medianschnitt der Hemisphäre erscheint sie als elliptischer Durchschnitt (*171*). Ihre Fasern krümmen sich beiderseits nach rückwärts, indem sie durch den Streifenkörper verlaufen.

Der Balken, Corpus callosum [2]), liegt in der Fissura longitudinalis cerebri frei und wird sichtbar, wenn man die beiden Hemisphären auseinander zieht oder ihre oberen Teile durch einen Schnitt quer durch das Centrum semiovale entfernt (S. 123) (*184*). Er stellt eine sehr große, weiße, querfaserige Kommissur dar und beginnt von der Commissura anterior aus in der Fortsetzung der Lamina terminalis mit einer sehr dünnen Platte. An Mächtigkeit zunehmend, steigt er vorwärts auf, biegt dann spitzwinkelig um und erstreckt sich endlich als die Decke des Ventrikels, leicht bogen-

[1]) Bogenfurche.

[2]) Commissura cerebri maxima. Trabs cerebri.

förmig gekrümmt, nach hinten, wo er mit einem verdickten Rand endigt (*171, 191*). Die dünne Anfangsplatte heißt Lamina rostralis, der aufsteigende Teil des Balkens wird als Schnabel, Rostrum, die Umbeugungsstelle als Knie, Genu, bezeichnet. Auf dieses folgt der Stamm, Truncus, und das verdickte hintere Ende heißt Wulst, Splenium. Über die Oberfläche des Balkens ziehen in der Mittellinie dicht nebeneinander die Striae longitudinales mediales hin, welche vorne auf die Unterseite des Rostrum umbiegen, wo sie divergierend jederseits mit dem Gyrus subcallosus zusammenhängen. Ein zweiter Streifen ist die Stria longitudinalis lateralis (*184*). Sie liegt jederseits seitlich auf der Oberfläche des Balkens in der Tiefe der Spalte zwischen ihr und dem Gyrus cinguli. An sie schließt sich ein rudimentär gewordener Streifen grauer Substanz an, Fasciola cinerea. Diese letztere hört mit dem Splenium nicht auf, sie wird vielmehr mächtiger, sowie sie hinter demselben hervortritt und wandelt sich nun in die Fascia dentata hippocampi um, einen Wulst, welcher auf dem Gyrus hippocampi liegt und der seinen Namen von Einkerbungen hat, welche er an seiner Oberfläche trägt (*171*).

Die tiefe Spalte zwischen der Balkenoberfläche und dem Gyrus cinguli (Sulcus corporis callosi) ist nichts anderes, als die embryonale Fissura hippocampi. Sie setzt sich um das Splenium corporis callosi herum zwischen Fascia dentata und Gyrus hippocampi fort und führt dort auch am ausgebildeten Gehirn den gleichen Namen.

Das Gewölbe, Fornix, nimmt seinen Ursprung im Corpus mamillare, woselbst es mit dem erwähnten Fasciculus thalamomamillaris in Verbindung tritt, steigt dann als Columna fornicis (*171*) schräg vorwärts durch die Substanz des Hypothalamus auf (Pars tecta columnae fornicis), bis es am vorderen Rand derselben frei wird und mit dem gleichnamigen Strang der anderen Seite konvergiert (Pars libera columnae fornicis). Die Spalte, welche zwischen den beiden aufsteigenden Säulen bleibt, wird, wie erwähnt, von der Commissura anterior cerebri eingenommen. Nun biegt der Strang rückwärts um und heißt dann Körper, Corpus, des Gewölbes (*176*). Unter der Umbiegungsstelle zwischen ihr und dem Sehhügel, kommt man auf das Foramen interventriculare Monroi (*171*). Die dreiseitig prismatischen Fornixkörper beider Seiten verschmelzen in der Regel zu einem Strang, der an Stärke den beiden Säulen gleicht, sonst aber durch nichts oder höchstens durch eine seichte Längsfurche die Zusammensetzung aus zwei symmetrischen Hälften verrät. Die obere Fläche des Fornixkörpers ist an die untere Fläche des Balkens angewachsen und mit seinen beiden abwärts konvergierenden Flächen in genauer Berührung mit der den dritten Ventrikel deckenden Tela chorioidea. Gegen den hinteren Rand des Balkens wird der Fornix breiter und platter und löst sich mit dem zugeschärften Seitenrand vom Balken ab; zugleich weichen die beiden Hälften des Fornix wieder in zwei Schenkel, Crura fornicis auseinander (*176*). Ein dreiseitiges, an der unteren Seite des Balkens sichtbares, querstreifiges Feld, Commissura hippocampi[1]), welches den Anfang der beiden Fornixschenkel scheinbar verbindet, gehört wie der Name sagt als Kommissur zu den Hippocampi; sie ist eine dünne Markplatte, welche zuweilen durch einen Spaltraum [2]) vom Balken getrennt ist. Vom Hippocampus wird unten bei der Betrachtung des Seitenventrikels gesprochen werden.

Die Fornixschenkel setzen den Bogenverlauf fort und gelangen in das Unterhorn, wo sie sich zu einem dünnen Band, Fimbria, verschmächtigen (*171, 174*). Dasselbe besitzt

[1]) Psalterium, Davidsharfe.
[2]) Vergascher Ventrikel.

einen zugeschärften Rand, ist am Hippocampus befestigt, und begleitet ihn bis zur Spitze des Hakens, mit dem er verwächst.

Über das Septum pellucidum ist dem oben (S. 127) Gesagten nur wenig beizufügen. Es scheidet die vorderen Abteilungen der Seitenventrikel voneinander und besteht aus zwei dünnen, symmetrischen Platten, Laminae septi pellucidi, welche mit ihren hinteren Rändern verschmolzen sind, vorn aber einen spaltförmigen Hohlraum, Cavum septi pellucidi (*177*)[1], zwischen sich fassen. Derselbe hat mit dem Ventrikelsystem des Gehirns gar nichts zu tun; die Stelle, welche er einnimmt, war nach dem Gesagten ursprünglich Außenfläche der Hemisphäre.

## Seitenventrikel. Ventriculi lateralis.

Die Seitenventrikel (*175*) sind die einzigen paarigen Teile des Ventrikelsystems, was sich aus der Entwickelung der Hemisphären erklärt. Da man sie von alters her als ersten und zweiten Ventrikel zählt, versteht man, warum der Ventrikelteil des Diencephalon als dritter Ventrikel folgt. Wie von Anfang an, so steht während des ganzen Lebens jeder der beiden Seitenventrikel mit dem dritten Ventrikel durch das Foramen interventriculare Monroi in Zusammenhang. Ursprünglich ist er, wie der ringförmige Lappen selbst, von widderhornförmiger Gestalt, dann bekommt er aber mit der Ausbildung der Hemisphäre eine kleine Verlängerung nach vorne und eine größere nach hinten. Man unterscheidet deshalb an einem reifen Gehirn eine Pars centralis, ein Cornu anterius, Cornu posterius und Cornu inferius, wobei zu beachten ist, daß das letztere nur der von Anfang an nach unten umgekrümmte Teil der Ventrikelhöhle ist.

Das Vorderhorn des Seitenventrikels ist mit seinem vorderen Ende etwas lateralwärts abgebogen, sein Boden wird vom Kopf des Nucleus caudatus gebildet (*176*), seine Decke und sein vorderer Abschluß vom vorderen Teil des Balkens; an der medialen Seite wird es vom Septum pellucidum und der Columna fornicis begrenzt. Die vorderste Spitze überragt noch den Nucleus caudatus und reicht eine allerdings nur kurze Strecke in den Stirnlappen hinein.

Der Zentralteil ist eine flache Spalte. Sein Boden wird vom Schwanz des Nucleus caudatus, von der Stria terminalis und dem Plexus chorioideus lateralis (s. unten) gebildet, die Decke wird auch hier vom Balken hergestellt. Als mediale Begrenzung kann man den Fornix ansehen.

Das Hinterhorn beginnt unter dem Splenium corporis callosi und erstreckt sich weit in den Hinterhauptslappen hinein; es krümmt sich mit seinem Ende medianwärts. Von der medialen Seite aus sieht man zwei Wülste den Spalt des Hinterhornes verengern, der obere weniger konstante ist der Bulbus cornu posterioris (*173*), er wird hervorgerufen durch die aus dem Balkenwulst hervorgehenden Fasermassen, welche der Innenseite der Fissura parietooccipitalis aufliegen, nebst den Fasern der Stria longitudinalis medialis. Der untere, die Vogelklaue, Calcar avis (*176*), verdankt seine Entstehung der Einfaltung der Hemisphärenwand, welche an der Außenseite in der Fissura calcarina ihren Ausdruck findet. Bei starker Ausbildung findet man die Vogelklaue leicht gekerbt.

Das Unterhorn erstreckt sich in den Schläfenlappen hinein, in welchem es etwa 1,5 bis 2 cm hinter dem Polus temporalis endigt. Die obere Wand wird von dem Markkern der Hemisphäre geliefert, doch erstreckt sich auch der Schwanz des Nucleus

[1] Ventriculus septi pellucidi.

caudatus nebst der Stria terminalis in die Decke des Unterhornes hinein. Man versteht dies, wenn man sich daran erinnert, daß durch die Umkrümmung des Ventrikels die am Boden seines Körpers liegenden Teile im Unterhorn an dessen Decke kommen müssen.

Der Boden des Unterhornes beginnt da, wo sich dasselbe vom Hinterhorn abzweigt mit einem dreiseitigen, leicht gewölbten Feld, Trigonum collaterale, welches von der Vogelklaue, dem sogleich zu beschreibenden Hippocampus und der seitlichen Wand des Ventrikels eingeschlossen wird (*174*). Der Seepferdefuß, Hippocampus, auch Ammonshorn, Cornu ammonis, genannt, bildet den auffallendsten Teil des Bodens. Er ist ein weißer Wulst, welcher dadurch entsteht, daß die erwähnte an der Hirnoberfläche befindliche tiefe Faltung der Fissura hippocampi den Ventrikelboden wulstförmig verbuchtet. Er beginnt vor dem Bulbus des Hinterhornes, wo er mit dem der Gegenseite durch die oben erwähnte Commissura hippocampi in Verbindung steht. Man kann ihn durch das ganze Unterhorn verfolgen. Gegen das Ende desselben nimmt er an Breite und Höhe zu und zeigt drei bis vier seichte Eindrücke mit dazwischen gelegenen leichten Wölbungen, Digitationes hippocampi, welche bis an die vordere Wand des Hornes heranreichen. Neben ihm und ihm parallel verlaufend, kann man, vom Trigonum collaterale ausgehend, einen weiteren mehr oder weniger deutlichen Wulst finden, Eminentia collateralis, welcher durch das ungewöhnlich tiefe Eindringen der Fissura collateralis in das Gehirn hervorgerufen wird.

Die Fimbria (S. 170) bildet die Abgrenzung des Unterhornes. Sie zeigt sich mit ihrem zugeschärften Saum lateralwärts umgeklappt und an diesem findet man den Plexus chorioideus des Seitenventrikels befestigt, welcher das Unterhorn gegen außen abschließt. Die eine Seite der Fimbria sieht also ins Unterhorn hinein, die andere ist an der Hirnoberfläche gelegen. Fascia dentata und Gyrus hippocampi haben natürlich ebenfalls nichts mit dem Inneren des Ventrikelsystems zu tun.

## Innere Organisation des Endhirns.

Der vorderste Gehirnnerv, der Riechnerv, gehört dem Endhirn an und es ist der Geruchsapparat der älteste und ursprünglich am mächtigsten entwickelte Sinnesapparat. Er umfaßt den Stammteil des Endhirns und erstreckt sich mit seinen Verbindungen noch in den Hirnmantel hinein. Die zum Riechhirn gehörigen Teile des Mantels sind nach ihrer Herkunft und Bedeutung auch die ältesten, man nennt sie deshalb Archipallium im Gegensatz zu den später hinzukommenden Teilen, dem Neopallium. Die Fissura collateralis grenzt in der Fortsetzung einer Fovea limbica die beiden voneinander ab.

Der Riechapparat ist beim Menschen in allen seinen Teilen erheblich zurückgebildet, in einzelnen geradezu verkümmert, ohne daß sich jedoch an den Fundamenten des Aufbaues etwas geändert hätte. Er beginnt, wie bekannt, in den Riechzellen der Nasenschleimhaut (S. 32f.) (*229*). Die von ihnen ausgehenden fibrillären Fortsätze gelangen in die Schädelhöhle und zum Bulbus olfactorius, an dessen der Siebplatte zugekehrten Unterfläche sie erst unter Bildung eines Faserfilzes eine Strecke weit flächenhaft verlaufen. Dann erheben sie sich, um in die Substanz des Riechkolbens einzutreten. In diesem kann man mehrere Schichten unterscheiden: 1. eine Glomerulusschichte, 2. eine äußere plexiforme Schichte, 3. eine Ganglienzellenschichte, 4. eine innere plexiforme Schichte [1]), 5. eine Körnerschichte (*226*).

Von den Riechzellenfasern gelangen immer mehrere in ein rundliches Gebilde der ersten Schichte, welches man als Glomerulus (*228*) bezeichnet und bilden dort End-

[1]) Äußere und innere molekuläre Schichte.

bäumchen. Ihnen kommt ein stämmiger Fortsatz einer Ganglienzelle [1]) der Ganglienzellenschichte entgegen, tritt ebenfalls in den Glomerulus ein und zerfällt dort pinselförmig in ein Endbäumchen. Seine Ästchen verschränken sich mit denen der Riechfibrillen und stellen auf diese Art den Kontakt von mehreren Riechzellenfasern mit einer Ganglienzelle her. Andere Dendriten der Ganglienzellen sind in größerer Zahl vorhanden. Sie sind feiner und verbreiten sich flächenhaft in der inneren plexiformen Schichte. Der Neurit der Ganglienzellen steigt auf, gibt in der inneren plexiformen Schichte flächenhaft verlaufende Collaterale ab, und gelangt in den Tractus olfactorius. Damit ist die direkte Leitung hergestellt. Andere Zellen des Bulbus dienen dieser nicht, sondern stellen entweder Assoziationseinrichtungen dar, oder sind in ihrer Bedeutung noch ganz unbekannt. Schon in der unmittelbaren Umgebung der Glomeruli findet man kleine Zellen, deren Dendriten sich an dem Flechtwerk im Glomerulus beteiligen, deren Neurit flächenhaft verläuft und mit anderen Glomeruli in Verbindung tritt. Auch in der inneren plexiformen Schichte fehlt es nicht an solchen Zellen. Die größte Zahl kleiner Nervenzellen findet man in der sogenannten Körnerschichte, welche zwischen Bündeln der zentralwärts verlaufenden weißen Fasern, nämlich den Neuriten der Zellen der Ganglienzellenschichte liegen. Die Verästelungsweise ihrer Fortsätze ist verschieden, ebenso deren Länge. Eine Anzahl der Neuriten reicht bis in die äußere plexiforme Schichte hinab.

Der Tractus olfactorius (*227*) führt die Achsenzylinder der Ganglienzellen des Bulbus zentralwärts; dieselben liegen an der Basis des dreiseitig prismatischen Stranges und greifen auf die beiden Seitenflächen über. Im übrigen wird er von grauer Substanz gebildet, welche vom Trigonum olfactorium aus auf ihn sich fortsetzt. In der Achse des Tractus findet man eine aus Neuroglia bestehende Masse, welche die Stelle der bei makrosmatischen Tieren vorhandenen Fortsetzung des Seitenventrikels in den Tractus hinein einnimmt. Vom zentralen Ende des Tractus aus gehen die Nervenfasern, wie bekannt (S. 163) nach verschiedenen Seiten hin, indem sie durch Vermittelung der Striae olfactoriae in dem Trigonum olfactorium und seiner auf den Tractus vorgeschobenen Verlängerung, sowie in der Substantia perforata anterior und ihrer nächsten Umgebung enden, wie dies die obenstehende (S. 163) makroskopische Beschreibung bereits lehrt. Sie treffen dort auf Pyramidenzellen mit eigentümlichen büschelförmigen Dendriten. Die von diesen Zellen ausgehenden Fasern bilden die sekundäre Leitung, welche ziemlich komplizierte Wege einschlägt. Zuerst ist zu bemerken, daß der vordere Teil der Commissura anterior die Bulbi olfactorii beider Seiten miteinander verbindet. Auch der hintere Teil dieser Kommissur gehört dem Riechsystem an, er dient jedoch einer Verbindung der beiden Gyri hippocampi (*229*).

Die von der Stria lateralis abstammenden Fasern verlaufen zum Vorderende des Gyrus hippocampi, in dessen Rindenzelle sie enden. Andere Fasern des Riechlappens gelangen zum Septum pellucidum und ziehen dann von deren Zellen aus im Fornix rückwärts bis in das Ammonshorn. In der Fortsetzung der Stria medialis entspringende Fasern steigen zum Gyrus subcallosus auf und gehen um das Knie des Balkens herum auf dessen Oberfläche, wo sie in den Striae medullares bis zum Gyrus dentatus und zum Ammonshorn verlaufen. Im Vorbeigehen dringen Kollaterale derselben in den Thalamus ein. In den Mandelkern gelangen Fasern aus der Substantia perforata anterior und

[1]) Da die Form der Ganglienzellen oft an die einer Mitra erinnert, nennt man sie auch Mitralzellen. Wegen der Form ihrer Aufsplitterung im Glomerulus nennt man sie auch Pinselzellen.

aus dem Septum pellucidum. Auch in die Ganglienmasse der Habenula treten Fasern aus dem Riechlappen und dem Septum pellucidum ein (*229*).

Das Ammonshorn empfängt nicht nur Fasern vom Riechlappen, sondern es sendet auch Fasern aus, welche sich nach verschiedenen Seiten hin wenden. Hierzu wird besonders der Fornix benutzt. In der Fimbria und dem Fornixschenkel ziehen Fasern nach oben. Ein Teil derselben gelangt durch die Commissura hippocampi zur Gegenseite, ein anderer verläuft im Gewölbe bis zu den Corpora mamillaria. Diesen letzteren gesellen sich Fasern zu, welche vom Gyrus fornicatus und den Striae longitudinales des Balkens ausgehend, den letzteren durchbrechen, um das Gewölbe zu erreichen und sowohl in ihm, wie auch vor der Commissura anterior abwärts zu verlaufen. Es sei daran erinnert, daß der kompliziert zusammengesetzte Fornix auch Fasern enthält, welche zur Stria medullaris thalami und in ihr bis zum Ganglion habenulae gelangen (S. 151).

Schließlich ist noch hervorzuheben, daß vom Bulbus olfactorius aus auch eine direkte Leitung zum Corpus mamillare führt (basales Riechbündel), welches durch die von diesem Gehirnteil beschriebenen Bahnen (S. 151) die Verbindungen zum Thalamus, zum Mittelhirn, zu tieferen Hirnteilen und zum Rückenmark herstellt.

Betrachtet man das Riechorgan im ganzen, dann findet man, daß es nicht weniger kompliziert ist, als die anderen höheren Sinnesorgane: Gehör und Gesicht. Wie diese so hat auch das Riechorgan einen ganz spezifischen Bau seiner peripherischen und zentralen Teile, welcher sich von dem der anderen Sinnesorgane unterscheidet. Seine zentrale Endstelle ist die Ammonsformation, wie man das Ammonshorn nebst Fascia dentata und Fimbria zu nennen pflegt; doch fehlt es auch nicht an Faserzügen, welche weit über das Zentralnervensystem hin Verbindungen der mannigfaltigsten Art herstellen. Die Betrachtung des eigenartigen Baues der Ammonsformation wird am besten einstweilen zurückgestellt und an die Betrachtung der übrigen Hirnrinde angeschlossen.

Der Streifenhügel, welcher mit dem Riechlappen in naher Verbindung steht, besteht in seiner grauen Substanz aus größeren und kleineren Ganglienzellen, zwischen welchen Bündel weißer Fasern verlaufen, er unterscheidet sich also hierin nicht von anderen Hirnganglien. Im Nucleus pallidus überwiegen die Fasermassen und legen sich zu den Markplatten zusammen, welche auf dem Durchschnitt sogleich auffallen.

Der Streifenhügel erhält Faserzüge von der Hirnrinde her, welche ihn innerhalb des Stabkranzes (s. unten) aufsuchen. Von ihm gehen Züge aus, welche in die Ganglien des Zwischenhirns eintreten (Radiatio striothalamica). Sie sammeln sich an der Basis des Linsenkernes zu einem starken Bündel, welches dicht über dem Tractus opticus in den Sehhügel und den Nucleus subthalamicus (Ansa lenticularis) eintritt.

Rinde des Mantelteiles. Auf dem Durchschnitt einer Großhirnhemisphäre fällt sogleich das mäandrisch gewundene graue Querband auf, welches die Oberfläche bedeckt. Dasselbe ist nicht überall gleich breit, am breitesten um das obere Ende der Zentralfurche, am schmalsten gegen den Occipitalpol, auch ist es über der höchsten Höhe der Windungen stets breiter als in der Tiefe der zwischen ihnen liegenden Täler. Die Farbe ist bei genauerem Zusehen, besonders mit der Lupe, nicht gleichmäßig; an der Oberfläche findet man einen äußerst zarten, weißen Streifen, dann folgt eine rein graue Schichte, welche sich nach innen zu gelbrötlich verfärbt. Außerdem findet man, daß die Schichte durch ein weißes Querband von wechselnder Breite, welches sich selbst verdoppeln kann, unterbrochen ist. Wie in der Kleinhirnrinde, so wird auch hier die Grundlage der Windungen von einer Markleiste gebildet.

Bei mikroskopischer Untersuchung findet man, daß die Großhirnrinde eine sehr erhebliche Anzahl von Nervenzellen enthält, welche zu einem großen Teil die Form einer gestreckten Pyramide besitzen; sie wenden ihr zugespitztes Ende sämtlich nach der Oberfläche hin. Doch fehlt es auch nicht an solchen Zellen, welche mehr stern- oder spindelförmig erscheinen. Außer den Zellen sind in der Rinde noch sehr zahlreiche Nervenfasern vorhanden, welche teils zu Bündeln zusammengefaßt gegen die Oberfläche hin aufsteigen, teils flächenhaft verlaufen, teils einen Faserfilz von verwirrender Reichhaltigkeit bilden.

In dem ganzen Aufbau der Großhirnrinde kann man eine Anzahl von Schichten unterscheiden, welche freilich keineswegs überall gleichartig sind, welche vielmehr, anders wie in der Kleinhirnrinde, je nach der Lokalität beträchtliche Verschiedenheiten zeigen (*220*). Im allgemeinen kann man mit Brodmann von außen nach innen folgende Schichten unterscheiden:

1. Schichte der Tangentialfasern (Zonalfasern) [1]).
2. Äußere Körnerschichte.
3. Schichte der kleinen und mittleren Pyramiden.
4. Innere Körnerschichte.
5. Schichte der großen Pyramiden.
6. Schichte der polymorphen Zellen.

Die Schichten sind jedoch keineswegs so scharf getrennt, wie etwa in der Netzhaut oder auch in der Kleinhirnrinde, sie gehen vielmehr ohne scharfe Grenze ineinander über. Sie sind, abgesehen von der ersten, nach dem Verhalten der Zellen benannt. Unter ihnen sind die Pyramidenzellen ganz besonders charakteristisch. Sie werden um so größer, je weiter nach innen sie liegen, was Veranlassung gegeben hat, eine Schichte der kleinen und eine solche der großen zu trennen. In den als Körnerschichten bezeichneten Lagen fehlen sie nicht, sie werden dort nur von kleineren Zellen begleitet. In der innersten, sechsten, Schichte treten die Pyramiden ganz zurück, die Zellen nehmen dort unregelmäßige Formen an. Auch in der Schichte der Tangentialfasern fehlen die Zellen keineswegs, besonders sind Zellen von unregelmäßiger Form zu erwähnen, welche mehrere Neuriten besitzen (Cajalsche Zellen).

Die faserigen Gebilde der Großhirnrinde sind Dendriten der Ganglienzellen und Nervenfasern, letztere zumeist markhaltig. Die Pyramidenzellen senden ihren Spitzenfortsatz weithin durch die Rinde, er gibt unterwegs Seitenzweige ab und sein Ende erreicht die Schichte der Tangentialfasern, in welcher er sich aufsplittert. Auch nach den Seiten und nach innen werden von den Pyramiden Dendriten abgegeben. Sie alle sind mit kurzen seitlichen Spitzen ausgestattet, welche ihnen ein rauhes Aussehen verleihen (*220*). Der Neurit der Pyramidenzellen geht von deren Basis aus und wendet sich der Markleiste zu. Er verläuft in den Markstrahlen, Bündeln paralleler Nervenfasern, welche nach außen bis etwa zur Höhe der dritten Schichte reichen von welcher aus sie auseinander flattern. Die Markstrahlen werden nach der Markleiste hin immer dicker, teils weil immer neue Fasern aus der Rinde in sie eintreten, teils auch weil Fasern in ihnen verlaufen, welche vom Markkern her in ihnen aufsteigen, um in die Rinde zu gelangen. Auch die anderen Ganglienzellen der Rinde, welche nicht als Pyramiden gestaltet sind, besitzen natürlich ihre Dendriten und Neuriten, welche sich an der Bildung der Markstrahlen und des reichen Faserfilzes der Rinde beteiligen.

[1]) Molekularschichte.

Außer dem überall vorhandenen Gewirr ganz unregelmäßig verlaufender Fasern findet man in der Großhirnrinde noch zwei Stellen, an welchen flächenhaft verlaufende Fasern sich zu stärkeren Schichten zusammenfinden. Von ihnen ist zuerst die Schichte der Tangentialfasern zu erwähnen, welche aus einem engen Geflecht dicht unter der Oberfläche der Rinde hinziehender markhaltiger Fasern besteht, in welches sich in den Markstrahlen aufsteigende Fasern (Fernfasern) einsenken, in welchem sich auch wie erwähnt, die Enden der Spitzenfortsätze der Pyramiden verlieren. Die querverlaufenden Fasern, welche man allenthalben zwischen den Markstrahlen findet, und welche wohl im wesentlichen Kollateralverbindungen der Rindenelemente sind, sammeln sich zu einem zweiten Geflecht flächenhaft verlaufender Markfasern dort, wo die Markstrahlen beginnen sich aufzulösen, also etwa in der Höhe der dritten Schichte. Sie bilden den erwähnten, schon bei Lupenvergrößerung sichtbaren zarten weißen Streifen inmitten der Rinde (Gennarischer Streifen) (*220*)[1]).

Nach dem sechsschichtigen Grundtypus findet man die Großhirnrinde in weiter Ausdehnung gebaut, doch findet man örtliche Unterschiede in der Zahl der Schichten, welche einmal miteinander verschmelzen, ein andermal sich vermehren können, in der Größe der Menge und der Anordnung der Zellen, sowie in der Art der eingeschalteten Horizontalfaserlagen. Es entsteht dadurch in der Rinde eine Anzahl von Abschnitten, welche in ihrem Bau mehr oder weniger voneinander abweichen. Die Übergänge zwischen ihnen sind das eine Mal allmählich, das andere Mal schroff. Merkwürdigerweise treffen diese Felder nicht genau mit dem Verlauf der Furchen und Windungen zusammen, so daß beide bis zu einem gewissen Grad verschiedenen Gesetzen zu folgen scheinen. Von einer Anzahl der Felder weiß man sicher, daß sie bestimmten physiologischen Zentren entsprechen und man wird nicht fehlgehen, wenn man das gleiche auch für die anderen mit noch unbekannter Funktion annimmt.

Es sollen hier nur einige Felder mit auffallenderer Struktur hervorgehoben werden.

In dem motorischen Zentrum, welches in der vorderen Zentralwindung, dem angrenzenden Teil der oberen und mittleren Stirnwindung (*217*), sowie im größten Teil des Paracentralläppchens zu suchen ist, findet man die sogenannten Riesenpyramidenzellen, welche in der fünften Schichte in kleinen Gruppen von zwei bis fünf Stück liegen. Man hat sie als die Ursprungszellen der Pyramidenbahnen anzusehen, dagegen ist die vierte (Körner) Schichte zurückgebildet. Ganz anders verhält sich die hintere Zentralwindung, welche der sensiblen Sphäre angehört, in ihr fehlen die Riesenpyramiden, während die Körnerschichte vorhanden ist.

In der im Schläfenlappen lokalisierten Hörrinde kommen in allen Schichten große Zellen vor, welche mit eigentümlichen kandelaberartigen Fortsätzen ausgestattet sind. Besonders vielschichtig ist das Sehzentrum (*219*). Dasselbe umfaßt die Wände der Fissura calcarina und reicht über den Polus occipitalis nur unbedeutend auf die konvexe Oberfläche des Occipitallappens. Brodmann bezeichnet sie als Area striata. In ihr lassen sich nicht weniger als neun Schichten nachweisen, indem die vierte in drei, die sechste in zwei Abteilungen zerfällt. Die Sehrinde enthält besonders viel Markfasern und es verbreitert sich der erwähnte Gennarische Streifen so erheblich, daß man ihn auf dem Durchschnitt als ein relativ breites Band durch die Rinde ziehen sieht. Nach seinem ersten Beschreiber bezeichnet man ihn hier als Vicq d'Azyrschen Streifen.

[1]) Baillargerscher Streifen.

Von der Rinde der Insel ist die Schichte der polymorphen Zellen abgetrennt und als Vormauer, Claustrum, in die Tiefe gerückt (*179, 180*).

Das Rindenzentrum der Geruchsempfindung ist die Ammonsformation (S. 174). Der Gyrus hippocampi wird durch die Fissura hippocampi gewissermaßen von außen nach innen eingedrückt und umgerollt und tritt im Unterhorn als Wulst, eben dem Hippocampus, hervor (S. 172). Die Fascia dentata legt sich in die Konkavität der umgerollten Hippocampuswindung hinein und ist mit ihr auf das engste verbunden. Die Fimbria geht aus dem Marklager der Windung hervor. Wenn auch die allgemeinen Bauelemente der Großhirnrinde in der Ammonsformation nachzuweisen sind, so sind doch bedeutendere Modifikationen vorhanden, wie an irgend einer anderen Stelle. An der Hippocampuswindung kann man drei Abschnitte unterscheiden, die Pars libera, nämlich ihre an der Hirnbasis sichtbare, gewulstete Oberfläche, dann das Subiculum[1]), d. h. die Stelle, an welcher die Windung beginnt sich umzurollen und endlich die Pars involuta. Mit letzterer ist die Fascia dentata verwachsen. Ein Querschnitt (*221*) zeigt, daß der freie Teil noch ganz die Struktur der benachbarten Schläfenrinde besitzt. Eine allmähliche Änderung erfolgt im Subiculum. Zuerst verdickt sich die Schichte der Tangentialfasern bedeutend; da die Fasern aber nicht in ganz gleichmäßiger Schichte liegen, so entsteht das makroskopische Bild der erwähnten Substantia reticularis alba (Arnoldi). Dann ordnen sich auch die übrigen Schichten in der Art um, wie man sie in der Pars involuta findet. Unter der Schichte der Tangentialfasern tritt eine weitere Faserschichte auf, Lamina medullaris circumvoluta, deren Fasern longitudinal oder schief verlaufen; sie sind ein dieser Windung allein angehöriges Assoziationssystem. Dann folgen die Pyramidenzellen, kleinere nach der Tangentialschichte zu, größere nach innen hin. Sie stehen in gedrängter Reihe. Die Schichte, in welcher ihre Körper liegen, erscheint auf dem Durchschnitt hell (Stratum lucidum). Ihre Spitzenfortsätze steigen zu den Faserschichten auf, um sich in ihnen aufzusplittern. Die dicht nebeneinander liegenden Fortsätze lassen die Schichte, welche sie durchziehen, streifig erscheinen (Stratum radiatum). Ihre Neuriten senden sie zum allergrößten Teil in die unterliegende Markschichte, einige steigen auch zur Schichte der Tangentialfasern auf. Bevor sie die Markschichte erreichen, passieren sie eine Schichte (Stratum oriens), welche äußerst zahlreiche sich teilende Fasern enthält, sowie Zellen verschiedener Form, welche wie die Fasern der Assoziation dienen. Die Markschichte endlich überzieht die in das Unterhorn sehende Oberfläche des Hippocampus, sie führt den Namen Alveus.

Die Fascia dentata (*221*) ist mit der Oberfläche der Hippocampuswindung so nahe verbunden, daß die Tangentialfaserschichten der beiden zusammenfließen. Im Innern enthält diese rudimentäre Windung eine Schichte von kleinen Nervenzellen, welche an einem mit Kernfärbemitteln behandelten Querschnitt wie ein aus Körnern bestehendes Band erscheint. Die Spitzenfortsätze derselben tauchen, wie überall, in die Tangentialfaserschichte ein. Nach der Fimbria hin ist das Band dieser Zellen nicht geschlossen, dort dringen die großen Zellen des Hippocampus in den Binnenraum der Fascia dentata ein und verbreiten sich in ihr in unregelmäßiger Lage.

Die Fasern des Alveus gelangen direkt in die Fimbria und ziehen nun in ihr aufwärts; im Fornix gehen sie dann weiter und erreichen schließlich das Corpus mamillare. Ein Teil der Fasern zweigt sich ab und geht in der Kommissur des Hippocampus nach der anderen Hemisphäre (S. 170).

[1]) Unterlage, nämlich der Pars involuta.

Aus dem anatomischen Bau der Ammonsformation geht ohne weiteres hervor, daß man in ihr, abgesehen von anderen Funktionen, ein Assoziationsorgan ersten Ranges zu sehen hat.

Der Markkern der Großhirnhemisphären bildet eine gewaltige Fasermasse, in welcher sich die Bahnen so vielfach durchkreuzen, daß man auf den ersten Blick kaum hofft, Genaueres erkennen zu können, in welcher man aber mit Hilfe der Methode der Abfaserung, der Beobachtung der Markentwickelung, physiologischer Experimente und pathologischer Fälle doch zahlreiche Einzelheiten aufzufinden vermochte. Es handelt sich um dreierlei Systeme, erstens um Bahnen, welche von tiefer gelegenen Teilen des Zentralnervensystems zur Rinde kommen oder von der Rinde aus absteigen, zweitens um Bahnen, welche die Teile je einer Hemisphäre untereinander verbinden und drittens um solche, welche als Kommissuren die Mittellinie überschreiten, um in die andere Hemisphäre einzutreten.

Von den meisten Fasern, welche das Endhirn verlassen oder aufsuchen, wird die innere Kapsel als Weg benutzt. Sie drängen sich in ihr auf kleinem Raum zusammen, während sie sich im Markkern der Hemisphären strahlenförmig ausbreiten, um an die Rinde zu gelangen. Man nennt die Ausstrahlung, welche man schon durch die Abfaserungsmethode deutlich machen kann, den Stabkranz[1]), Corona radiata (*233*). Stabkranz, innere Kapsel und Hirnschenkel gehören unmittelbar zusammen.

In der inneren Kapsel liegen ebenso wie im Hirnschenkel die Fasern in besonderen Bahnen geordnet und es empfiehlt sich von hier aus den Teilen, aus welchen sich der Stabkranz zusammensetzt, nachzugehen. Auf einem Horizontalschnitt des Gehirns zeigt die innere Kapsel die Form eines Knies mit vorderem und hinterem Schenkel (S. 154). Im vordersten Teil des vorderen Schenkels liegen die Fasern, welche von den vorderen und medialen Teilen des Sehhügels in die Rinde des Stirnlappens einstrahlen (*186*). Dann folgen die Fasern, welche die Brücke und das Stirnhirn verbinden (Frontale Brückenbahn, S. 148). Nun kommt das Knie selbst und der an dasselbe anschließende Teil des hinteren Schenkels. Dort verlaufen die motorischen Fasern, welche aus der Rinde der vorderen Zentralwindung kommen. Gerade im Knie liegt ein Bündel, welches die Verbindung mit dem zum Sprechen nötigen Nerven herstellt (Sprachbahn; N. facialis und Hypoglossus), cortico-bulbäre Bahn. An sie schließt sich die corticospinale oder Pyramidenbahn an, zuerst die für den Arm, dann die für das Bein bestimmten Züge. Das hintere Drittel des hinteren Schenkels wird wieder von zentripetalen Bahnen eingenommen und zwar sind es nächst der Pyramidenbahn solche, welche den ventralen Kern des Sehhügels mit der Rinde in Verbindung setzen (Haubenstrahlung). Ein Teil von ihnen verläuft nicht durch die innere Kapsel, sondern durch die Marklamellen des Linsenkernes, vereinigt sich dann aber wieder mit den anderen. Der hinterste Teil des hinteren Schenkels der inneren Kapsel enthält die Sehstrahlung (S. 160) und die vom hinteren Vierhügel und vom Corpus geniculatum mediale aufsteigende und zum Schläfenlappen verlaufende Hörbahn.

Außer den genannten Bahnen dürften auch noch andere noch nicht bekannte Bahnen die innere Kapsel benützen, um zur Rinde des Großhirns zu gelangen, auch werden die aufsteigenden Fasern von absteigenden begleitet.

Die im Endhirn selbst verbleibenden Bahnen des Markkernes, welche die Teile einer und derselben Hemisphäre miteinander verbinden, sind von verschiedener Länge. Die kürzesten sind solche, welche in der gleichen Rindenwindung bleiben;

[1]) Strahlenkranz.

dann folgen solche, welche benachbarte Windungen in Zusammenhang setzen, indem sie bogenförmig von der einen in die andere gelangen (Fibrae arcuatae). Dann sind noch längere Bahnen vorhanden, welche entferntere Stellen der Hemisphäre verbinden. Sie durchkreuzen die Strahlenfasern in verschiedener Weise. Die in diesen Zügen enthaltenen Fasern reichen jedoch keineswegs alle vom Anfang bis zum Ende der Bahnen, sondern treten auch aus denselben aus, um auf dem Weg gelegene Rindenfelder aufzusuchen.

Die Bahnen, welche man bis jetzt näher kennt, sind die folgenden (*222*):

Zwinge, Cingulum. Im Gyrus fornicatus, vom Ammonshorn zur Substantia perforata anterior; Assoziationsbahn des Riechhirns.

Hakenbündel, Fasciculus uncinatus. Vom Polus temporalis und den angrenzenden Teilen der Schläfenwindungen zur Basis des Stirnlappens. Es liegt an der unteren Seite der Insel.

Oberes Längsbündel, Fasciculus longitudinalis superior[1]). Aus dem hinteren Teil des Schläfenlappens und Hinterhauptslappens zum Scheitel- und Stirnlappen. Es umkreist oberhalb des Linsenkernes die Fissura cerebri lateralis.

Unteres Längsbündel, Fasciculus longitudinalis inferior. Vom Polus occipitalis zum Polus temporalis und zu den zwischen beiden liegenden Windungen der Großhirnbasis. Es liegt an der lateralen Seite des Unter- und Hinterhornes des Seitenventrikels. Nach Edinger enthält das Bündel außer Assoziationsbahnen auch Sehbahnen.

Erwähnt sei, daß auch die Capsula externa Fasern enthält, welche Assoziationen in der betreffenden Hemisphäre vermitteln.

Die aus einer Hemisphäre in die andere übertretenden Bahnen sind die Kommissuren.

Zuerst sei hervorgehoben, daß die Commissura posterior cerebri nicht dem Endhirn angehört, sie verbindet die Vierhügel und Sehhügel beider Seiten miteinander.

Die Commissura anterior gehört ganz dem Riechhirn an (S. 173) ebenso die Commissura hippocampi (S. 174).

Die Commissura superior und inferior der Gegend des Chiasma opticum wurde zugleich mit diesem besprochen (S. 151).

Die eigentliche Kommissur der Rinde beider Hemisphären ist der Balken, Corpus callosum (*232*). Seine Fasern strahlen im Hemisphärenmark nach allen Seiten auseinander, um sämtliche Teile der Rinde zu erreichen. Die Ausstrahlung bezeichnet man als Radiatio corporis callosi und unterscheidet eine Pars frontalis, Pars parietalis, Pars temporalis und Pars occipitalis derselben. Die Fasern der Pars occipitalis umkreisen das Hinterhorn des Seitenventrikels im Bogen, so daß sie, auf beiden Seiten durch Abfaserung präpariert, wie eine geöffnete Zange, Forceps aussehen. Auch die Bündel des Frontalteils verlaufen bogenförmig. Die queren parallelen Faserzüge, welche auf der Wand des Hinterhornes und Unterhornes aufliegen, führen den Namen Tapetum. Die Faserung des Balkens kreuzt diejenige des Strahlenkranzes in verschiedenen Winkeln. Die dünne Lamina rostralis verbindet die anstoßenden Gebiete des Riechhirns miteinander.

Die Faserung des Balkens ist eine komplizierte. Die Bündel überkreuzen sich vielfach, ihre Fasern teilen sich, sie senden Kollaterale aus.

[1]) Fasciculus arcuatus.

Der Balken verbindet die Rindenfelder beider Hemisphären in ausgedehnter Weise miteinander. Hat er eine größere Verletzung erlitten, dann leidet die Fähigkeit der linken Hand zu geordneter Tätigkeit (Dyspraxie, Liepmann), was den interessanten Schluß erlaubt, daß die Funktion der linken Hemisphäre eine überragende Bedeutung hat, indem sie nicht nur die Nerven der gekreuzten rechten Extremität erregt, sondern auch Bahnen aussendet, welche die Zentren der rechten Hemisphäre stark beeinflussen. Die Bedeutung der linken Hemisphäre erhellt ja auch schon daraus, daß das Sprachzentrum bei Rechtshändern ihr allein angehört.

Die Neuroglia des Großhirns verdichtet sich an der Oberfläche der Rinde zu einem dichten Netz, von welchem aus sich Fortsätze in die Rinde selbst hineinstrecken. In deren inneren Schichten wird das Netz immer spärlicher, um sich im Markkern wieder reichlicher zu gestalten. Die Elemente der Neuroglia sind die gleichen, wie anderwärts — langstrahlige und kurzstrahlige Zellen.

## Lokalisation in der Großhirnrinde.

Die neueren histologischen Untersuchungen der Großhirnrinde, besonders von O. Vogt und K. Brodmann, haben, wie oben (S. 176) gesagt, ergeben, daß man auf der Hirnoberfläche eine große Zahl von Feldern nachweisen kann, welche in ihrem Bau gewisse Verschiedenheiten zeigen. Es ist selbstverständlich, daß sie daran anschließend auch in ihren physiologischen Leistungen mehr oder minder voneinander verschieden sein müssen. Ältere in anderer Art angestellte Untersuchungen hatten bereits erwiesen, daß gewisse Lokalitäten der Großhirnrinde mit bestimmten Funktionen in Verbindung gebracht werden können, und es haben die histologischen Untersuchungen unsere Kenntnis dieser Areale in erwünschter Weise befestigt. Über zahlreiche Felder weiß man freilich noch nichts Bestimmtes, über ihre Bedeutung im einzelnen muß man eine nähere Kenntnis von der Zukunft erwarten.

Was wir heute über den in Rede stehenden Gegenstand wissen, ist das folgende.

Die Großhirnrinde ist die definitive Endstation aller nervösen Leitungen, in welcher sämtliche Fäden zusammenlaufen. Alle Einrichtungen des Körpers, welche Eindrücke empfangen, senden dorthin ihre Berichte, alle welche Arbeiten zu leisten haben, empfangen von dort ihre Befehle und es ist für jeden noch so kleinen Körperteil in der Großhirnrinde eine Zentralstelle vorhanden. Es spiegelt sich gewissermaßen der ganze Körper im Gehirn, er ist dort „projiziert". Diese Zentralstellen sind unter sich in mannigfachster Weise verbunden, sie sind miteinander „assoziiert", so daß man von Projektionsfeldern und Assoziationsfeldern der Großhirnrinde sprechen kann.

Die Projektionsfelder entsprechen sich in der Säugetierreihe im großen und ganzen, die Assoziationsfelder aber wechseln in ihrer Ausbildung beträchtlich und man darf sagen, daß ein Geschöpf um so höher steht, je größer diese Assoziationsfelder sind und je mannigfaltiger die Verbindungen der Projektionsfelder untereinander werden. Beim Menschen sind sie besonders ausgiebig ausgebildet. Diese unendlich zahlreichen Verknüpfungen, welche die Rinde der menschlichen Hemisphären besitzt, bedingen die Intelligenz, auch das Gedächtnis; sie erlauben es, die so komplizierten Verstandesoperationen auszuführen und abstrakt zu denken. Es ist interessant zu vergleichen, wie nahe sich die Projektionsfelder z. B. eines Kaninchengehirns stehen und wie weit sie beim Menschen durch Ausbreitung von Assoziationsbezirken voneinander getrennt sind. Die Beobachtung zahlreicher Krankheitsfälle und das Studium des histologischen Baues der Rinde erlaubt es die Projektionsfelder in wünschenswerter Weise voneinander abzugrenzen, wenn auch in den meisten Fällen die Grenzen keineswegs scharfe sind.

Zuerst wird man fragen, wo die Sinnesorgane ihre Rindenzentra haben, da sie ja die Vermittler mit der Außenwelt darstellen und dadurch ein geistiges Leben ermöglichen (*223, 224*).

Das Zentrum der Gesichtsempfindung ist, wie oben schon erwähnt, in der Regio striata lokalisiert, also in der Gegend um die Fissura calcarina herum.

Das Zentrum der Gehörsempfindung liegt im mittleren Abschnitt der oberen Temporalwindung, auch in dem Teil, welcher sich der Insel zuwendet.

Das Zentrum der Geruchsempfindung findet sich, wie bekannt, im Uncus und Hippocampus.

Das Zentrum der Geschmacksempfindung ist dem des Geruches jedenfalls benachbart, jedoch noch nicht sicher festgestellt.

Das Zentrum für Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindung, die Fühlsphäre, liegt in der hinteren Zentralwindung und in dem angrenzenden vorderen Teil des Parietallappens.

Das motorische Zentrum ist in der vorderen Zentralwindung und in dem angrenzenden Teil des Frontallappens sowie im Lobulus paracentralis zu suchen und man vermag hier sogar die Zentren der einzelnen Körperteile zu lokalisieren (*223*). Man findet in der Art eine Umkehrung gegen die Lage der Körperteile, als das Zentrum für die unteren Extremitäten und den Rumpf im Scheitelteil der Windung und im Paracentralläppchen liegt, während das Zentrum für die obere Extremität in der Mitte, das Zentrum für das Gesicht, die Zunge, den Kehlkopf und Schlundkopf in dem der Sylvischen Spalte anliegenden unteren Teil der Windung zu finden ist. Nur das Zentrum für die Bewegung der Augen und des Kopfes fällt aus dieser Orientierung von oben nach unten heraus, es liegt in dem an die vordere Zentralwindung angrenzenden Teil der mittleren Stirnwindung.

An die motorischen Zentren für Gesicht, Zunge, Schlund- und Kehlkopf schließt sich topographisch und funktionell das motorische Sprachzentrum an, welches in der linken unteren Stirnwindung (Brocasche Windung) um den vorderen Ast der Sylvischen Spalte herum seinen Platz hat. Es beherrscht die beim Sprechen nötigen koordinierten Bewegungen; ist es verletzt, dann ist willkürliches Sprechen nicht mehr möglich. Wichtig ist es hervorzuheben, daß es bei Rechtshändern nur in der linken, bei Linkshändern in der rechten Hemisphäre lokalisiert ist.

Die Projektionsfelder nehmen kaum mehr als ein Drittel der Rindenoberfläche ein, der ganze übrige Platz ist für die Assoziation bestimmt und zwar kann man drei Hauptregionen für dieselbe unterscheiden; erstens das vordere Zentrum, welches den vorderen Teil des Stirnlappens einnimmt, zweitens das mittlere, welches der Insel zugehört und drittens das hintere, welches große Teile des Parietal-Occipital- und Temporallappens in sich begreift (Flechsig).

Spezielleres hat sich am hinteren Zentrum klarlegen lassen, wo zwei Gegenden aufgefunden worden sind, welche mit den Funktionen der Sprache in unmittelbarer Beziehung stehen. Das akustische Sprachzentrum (Wernickesches Zentrum) findet man zunächst dem Hörzentrum im hintersten Drittel der oberen Temporalwindung und im angrenzenden Teil des Gyrus marginalis. In ihm ruht das Verständnis für das gehörte Wort; ist es zerstört, dann versteht der Patient nicht mehr, was er hört. Das optische Sprachzentrum liegt im benachbarten Gyrus angularis. Dort ist die Erinnerung für das geschriebene Wort. Hat es gelitten, dann besteht die Unmöglichkeit Geschriebenes oder Gedrucktes zu verstehen. Bei Ausschaltung der beiden Zentren sind die Patienten weder taub noch blind, es fehlen ihnen nur die Vorstellungen für die sprachlichen

Funktionen und man ist daher berechtigt, von „Worttaubheit" und „Wortblindheit" zu sprechen.

Diese Zentren sind nicht denkbar ohne daß sie durch Verbindungen nach den verschiedensten Seiten mit vielen anderen Stellen des Gehirns assoziiert werden, aber sie dienen doch nicht den höchsten Verstandesoperationen. Dafür müssen diejenigen Areale in Anspruch genommen werden, welche bis jetzt einer genaueren Erforschung Widerstand geleistet haben. Man versteht dies auch leicht, da gerade bei ihnen der physiologische Tierversuch versagen muß, weil auch die höchststehenden Tiere hierin weit unter dem Menschen stehen und weil sie sich überdies nicht klar zu äußern vermögen. Man ist also lediglich auf pathologische Beobachtungen angewiesen und diese sind sehr oft keineswegs eindeutig. Eine vergleichend-anatomische Untersuchung von Brodmann (1912) hat aber immerhin schon einen Schritt vorwärts getan. Sie erweist, daß der Frontallappen vor dem motorischen Projektionsfeld an Ausdehnung immer mehr zunimmt, je höher ein Tier geistig organisiert ist. Am größten ist er beim Menschen. Das beliebte Schlagwort von der „Denkerstirne" ist danach nicht ohne anatomische Grundlage. Wir dürfen hoffen, daß die vielversprechenden Anfänge noch weiter ausgebaut werden können und daß die Wissenschaft auch über die Assoziationsfelder, welche den höchsten geistigen Funktionen dienen, noch Bestimmteres in Erfahrung bringen wird.

## Kurze Übersicht der wichtigsten Leitungsbahnen.

Die Ganglienzellen des Zentralnervensystems senden Nervenfasern aus, welche teils zentripetal, teils zentrifugal verlaufen. Es gehen von diesen Kollaterale ab, welche die Erregung nach verschiedenen Seiten hin verbreiten (Irradiation und Assoziation). Die zentripetalen Leitungen sind die komplizierteren, sie setzen sich aus mehreren Neuronen zusammen, die zentrifugalen sind einfache, für ihren ganzen Verlauf genügen zwei Neurone.

Alle sensiblen Fasern entspringen in Ganglien außerhalb des Zentralorgans, treten in dasselbe ein und endigen an neuen Neuronen, welche die weitere Leitung zentralwärts übernehmen.

Die einfach sensiblen Nerven des Rückenmarkes haben folgende Bahnen: 1. Spinalganglien, hintere Wurzel, graue Substanz des Rückenmarkes, —[1]) vordere Kommissur, Seitenstrang, mediale Schleife, Sehhügel — innere Kapsel, Großhirnrinde. 2. Spinalganglien, hintere Wurzel, zarter und Keilstrang, Nucleus gracilis und cuneatus — Fibrae arcuatae, Schleifenkreuzung, mediale Schleife, Sehhügel — innere Kapsel, Stabkranz, Großhirnrinde. 3. Hintere Wurzeln, Zellen der vesikulären Stränge — Kleinhirnseitenstrangbahn, Corpus restiforme, Kreuzung im Kleinhirn, Wurm des Kleinhirns — Kleinhirnschenkel, Sehhügel — Großhirnrinde.

Die sensiblen Hirnnerven verhalten sich im wesentlichen ebenso, wie die sensiblen Rückenmarksnerven. Sie gehen von den Ganglien der betreffenden Hirnnerven aus, welche an der Grenze des Schädels liegen und gelangen in die Kerne des Rautenhirns. — Von ihnen gehen Bahnen aus, welche sich in der medialen Schleife den vom Rückenmark stammenden Bahnen anschließen und zum Sehhügel gelangen. — Von ihm aus suchen sie sodann die Großhirnrinde auf. Es ist daran zu erinnern, daß der N. trigeminus zwei sensible Kerne hat, den einen in der Haube der Brückengegend, den anderen in den Zellen des Tractus spinalis n. trigemini.

Die Bahnen der Sinnesorgane haben zum Teil einen komplizierteren Verlauf.

[1]) Der Strich — bedeutet immer den Beginn eines neuen Neurons.

Bahn der Geschmacksfasern. Sie gehen aus vom Ganglion petrosum des N. glossopharyngeus, dem Ganglion geniculi des N. facialis und Ganglion semilunare des N. trigeminus. Sie sammeln sich alle im Kern des Tractus solitarius. — Weiterer Verlauf in der Schleife usw.

Bahn des Hörnerven. N. cochlearis. Aus dem Ganglion spirale in die Kerne des Rautenhirns. — Von da aus zum Teil durch das Corpus trapezoideum zum Nucleus olivaris superior, — dann in die laterale Schleife der gleichen oder der anderen Seite. Ein anderer Teil gelangt in den Striae medullares direkt zur lateralen Schleife. — Dann untere Vierhügel und Corpus geniculatum mediale. — Von da zur Hemisphärenrinde.

N. vestibularis. Vom Ganglion vestibulare im Grunde des inneren Gehörganges in die Kerne des Rautenhirns. — Von ihnen gehen Verbindungen zu den Kernen der Hinterstränge und zum Rückenmark. — Von den Rautenhirnkernen führt die Bahn zu den zentralen Kleinhirnkernen, — an welche sich die Bahn durch die Brachia conjunctiva zum roten Kern der Haube und zum Sehhügel erstreckt. — Von ihm aus geht es dann zur Hemisphärenrinde.

Bahn der Sehnerven. Innere Schichten der Netzhaut, Nervus und Tractus opticus, Corpus geniculatum laterale, Corpus quadrigeminum superius und Thalamus — Hirnrinde.

Bahn des Riechnerven. Vom Bulbus olfactorius zur Substantia perforata anterior. — Von da aus verläuft eine Bahn direkt zum Hippocampus, eine andere gelangt zum Septum lucidum. — Von ihm aus durch den Fornix in das Ammonshorn. Andere Fasern suchen die gleiche Endstelle durch den Gyrus subcallosus um den Balken herum und im Gyrus dentatus auf.

Zentrifugale Leitung. Hemisphärenrinde, Corona radiata, Capsula interna, Basis pedunculi cerebri. Nun treten die motorischen Fasern der Hirnnerven an deren Kerne heran. Die Rückenmarksnerven gehen in den Pyramiden weiter, das gekreuzte Bündel im Seitenstrang, das ungekreuzte im Vorderstrang des Rückenmarkes. Herantritt an die motorischen Zellen der Vordersäulen. — Von ihnen aus nach der Peripherie.

Kommissuren bringen von sämtlichen Teilen des Zentralnervensystems Fasern nach der gegenüberliegenden Seite, woraus sich die gekreuzte Lage der Zentren gegenüber der Peripherie erklärt. Zugleich sorgen sie für eine Verbindung der grauen Substanz beider Seiten, was dieselbe befähigt, gegebenen Falles wenigstens teilweise füreinander einzutreten.

Reflexbahnen sind solche, welche gewissermaßen eine Schleife bilden zwischen dem Sinneseindruck und der darauf folgenden Muskelaktion, welche ohne Inanspruchnahme des Bewußtseins, also ganz automatisch, ihre Tätigkeit ausübt. Wenn ein Stich einen sensiblen Nerven des Beines erregt, ziehen wir das Bein ganz unbewußt zurück, wenn ein starker Lichtstrahl das Auge trifft, schließen wir unwillkürlich die Lider. Solche Reflexeinrichtungen können sehr einfach sein: sensible Faser — Strangzelle — motorische Zelle und Faser im Rückenmark, sie können auch immer komplizierter werden. Es baut sich dann auf die erste Reflexschleife eine zweite, eine dritte auf und jede höhere vermittelt Reflexe in weiterem Umfang. Im Gehirn sind alle diejenigen Kerne und Bahnen, welche Muskelgruppen beeinflussen, als Reflexbahnen anzusehen. Unter ihnen ist das hintere Längsbündel mit seiner Wirkung auf die Augenmuskeln hervorzuheben, man hat alle die Kerne zu nennen, an welche Bahnen herantreten, die dann wieder zu irgend welchen Muskelgruppen geführt werden (z. B. Hinterstrangkerne, Deitersscher Kern, roter Kern der Haube, Sehhügel). Als besonders hochstehende Reflexeinrichtung

wirkt das Kleinhirn durch seine Beeinflussung der zahlreichen Muskeln, welche der Erhaltung des Gleichgewichtes und der Orientierung im Raum dienen.

Assoziationsbahnen sind solche, welche erstens zentripetale Leitungen miteinander verbinden und welche zweitens in die genannten Reflexschleifen eingreifen, indem sie ihre Tätigkeit in positivem oder negativem Sinn beeinflussen. Die Verbindungen der Sinnesnerven untereinander gestalten sich zu Erfahrungen und Erinnerungen und an sie schließen sich Abstraktionen an. Das Eingreifen in die Reflexschleifen bedingt ein durch unseren Willen geregeltes bewußtes Handeln. Wir ziehen das Bein zurück, ohne daß es von einem Stich getroffen wird, wir können es auch in seiner Bewegung hemmen, obgleich es der Stich trifft.

## III. Gefäße des Gehirns.

Der Grundtypus der Arterien des Gehirns ist wie der der Arterien des Rückenmarkes ein segmentaler, doch ist derselbe durch die Größe und ungleichmäßige Ausbildung der zu versorgenden Nervenmasse und durch die zahlreichen Verschiebungen, welche die Teile während ihrer Entwickelung erleiden, vielfach verwischt.

Die sämtlichen Arterien des Gehirns entstammen der A. carotis interna und der A. vertebralis, sowie der aus der Vereinigung der beiden Vertebralarterien entstehenden A. basilaris. Diese Stämme bilden um den Türkensattel herum den Anastomosenkranz des Circulus arteriosus (s. Gefäßlehre), durch welchen bei Behinderung in dem einen der zuführenden Gefäße von den übrigen Arterien aus die Blutversorgung im ganzen gewährleistet wird. Die Arterien sind von auffallend starkem Kaliber, haben einen windungsreichen Verlauf und eine relativ dünne Wand.

Von den Arterienstämmen gehen an der Hirnbasis zahlreiche feine Zweige ab, welche in das Gehirn eintreten und in der Hauptsache die grauen Kerne versorgen. Die großen Arterien gehen dann weiter und gelangen an die Oberfläche von Klein- und Großhirn, um von dort aus in die Rinde dieser Hirnteile einzudringen. Die feinen Zweige der Basis sind anastomosenlose Endarterien, die Arterien der Rinde besitzen Anastomosen in großer Zahl.

Die Arterien der Medulla oblongata und der Brücke gelangen von drei Seiten her in das Zentralorgan. 1. Zweige, welche an den Hirnnerven entlang bis zu deren Kernen aufsteigen, in welchen sie sich mit den folgenden zu einem engmaschigen Kapillarnetz vereinigen. 2. Kleine Arterien, welche in der ventralen Mittellinie eintreten, durch die Hirnsubstanz geradlinig aufsteigen und bis zum Boden des vierten Ventrikels gelangen. Die vordersten Äste dieser Art treten durch die Substantia perforata posterior in das Gehirn. 3. Seitenäste, welche die nicht unmittelbar zu den Nervenkernen gehörigen Gegenden versorgen.

Die Arterien des Kleinhirns sind die A. cerebelli inferior posterior und anterior und die A. cerebelli superior. Sie versorgen das Kleinhirn in allen seinen Teilen. Die zahlreichsten Kapillaren findet man in der Körnerschichte der Rinde. Aus der erstgenannten gehen einige Ästchen zum verlängerten Mark, die zuletzt genannte gibt Zweige zur Brücke, zum Brachium pontis, zu den Vierhügeln und zum Großhirnschenkel.

Die Arterien des Großhirns sind besonders deutlich in die kleinen Zweige des Basalbezirkes und in die großen Äste des Rindenbezirkes getrennt. Die Zweige des Basalbezirkes gehen aus dem Anfang der großen Stämme ab. Sie treten in der Substantia perforata anterior und deren Umgebung in das Gehirn ein und versorgen den Streifenhügel, die innere und äußere Kapsel. Um die Corpora mamillaria gelangen

Äste in die vorderen Teile des Sehhügels und in die Cauda nuclei caudati. Durch die Substantia perforata posterior treten solche zum hinteren Teil des Sehhügels und zur Vierhügelgegend. Schon oben wurde bemerkt, daß die sämtlichen Arterien des Basalbezirkes anastomosenlose Endarterien sind, was für Hämorrhagien und embolische Prozesse von Bedeutung ist.

Die Arterien des Rindenbezirkes sind die Aa. cerebri anterior, media und posterior. Über ihren Verlauf gibt die Gefäßlehre Aufschluß. Die A. cerebri anterior versorgt an der Außenfläche der Hemisphäre den vorderen Teil des Stirnlappens bis zur vorderen Zentralwindung hin, an der medialen Seite gelangen ihre Zweige bis zur Fissura parieto-occipitalis, wo sie sich mit denen der hinteren Gehirnarterie begegnen. An der Basis tritt sie zur Umgebung des Sulcus olfactorius. Der Bezirk der A. cerebri media umfaßt den Rest des Stirnlappens und den Parietallappen und erstreckt sich über die obere Temporalwindung hin bis zum Polus temporalis. An der Basis erstreckt sie sich über den Rest des Stirnlappens. Die A. cerebri posterior versorgt die übrigen Teile der Hemisphäre.

Die Arterien des Rindenbezirkes haben, wie erwähnt, einen ganz anderen Verästelungstypus, wie die des Basalbezirkes. Die in der weichen Hirnhaut verlaufenden Zweige tauschen zahlreiche Anastomosen, selbst über die Mittellinie hinweg, aus. Von ihnen dringen schon lange Äste durch die Rinde in die weiße Substanz ein, welche in fast geradlinigem Verlauf, bis in die Markleisten und das Centrum semiovale gelangen und dort in ein reiches Kapillarnetz zerfallen. Die graue Rinde wird von einem weitmaschigen Kapillarnetz an der Oberfläche des Gehirns und einem engmaschigen in der Rinde selbst versorgt. Letzteres hängt mit dem der weißen Substanz zusammen (Duret). Der Blutdruck scheint in der weißen Substanz ein höherer zu sein, wie in der grauen (Deeke 1878/79).

Die Venen des Gehirns laufen nur ausnahmsweise mit den Arterien, meistens verfolgen sie ihren eigenen, von jenen getrennten Weg. Sie besitzen keine Klappen. Die Verlaufsweise der großen Stämme ist sehr unbeständig, die kleineren Äste in der Gehirnsubstanz selbst verhalten sich ganz wie die Arterien. Man unterscheidet drei Systeme derselben. Das System der oberen Hirnvenen bringt das Blut aus dem vorderen und oberen Teil der Großhirnhemisphären und mündet in den Sinus sagittalis superior ein; das System der mittleren Gehirnvenen entspricht im wesentlichen den Arterien des Basalbezirkes, sie münden in die unpaarige Vena cerebri magna. Das System der unteren Gehirnvenen führt das Blut aus einem Teil der Großhirnrinde, dem größten Teil des Kleinhirns, der Brücke und aus dem verlängerten Mark ab; sie ergießen sich in die Sinus der Schädelbasis.

Die Lymphgefäße des Gehirns sind sehr einfache, aus Gefäßepithel bestehende Röhren, welche um die Blutgefäße in der Art herumgelegt sind, wie etwa zwei Ärmel ineinander stecken (perivaskuläres Gefäßsystem) (His 1865). Abflußwege führen in größere lakunäre Lymphräume zwischen Gehirnoberfläche und Pia mater und von da aus in ein Netz in dieser letzteren Hirnhaut selbst. Die großen Lymphgefäße verlaufen mit den Venen und treten durch die Gefäßöffnungen des Schädels nach außen, um in die Lymphoglandulae cervicales profundae superiores zu gelangen.

Altersverschiedenheiten. Bei der Geburt sind wahrscheinlich sämtliche Ganglienzellen des Gehirns bereits vorhanden, ein großer Teil aber ist noch nicht zu fertigen Neuronen ausgebildet. Durch Gebrauch und Übung können sie noch an Größe heranwachsen, ihre Fortsätze können sich vermehren, sie können stärker und länger werden. Anderseits können auch Dendriten wieder verloren gehen. Die Neuriten umkleiden sich manchmal erst spät mit Mark und es legen sich bis in das mittlere Lebensalter immer noch neue markhaltige Bahnen an (Edinger).

Die Erziehung besteht zu einem guten Teil darin, daß man durch stete Übung diejenigen Neuronen zu höchster Entwickelung bringt, auf deren Tätigkeit man den Hauptwert legt.

In hohem Alter atrophiert das Gehirn, es verkleinert sich im ganzen und die Ventrikelflüssigkeit vermehrt sich. Auch die Neuroglia nimmt auf Kosten der Nervensubstanz zu.

Varietäten. Die ganze Form des Großhirns zeigt Verschiedenheiten. Froriep (1897) unterscheidet einen frontipetalen und einen occipitopetalen Typus des Großhirns. Bei ersterem ist das Hirn stirnwärts zusammengedrängt, die Zentralfurche liegt weiter vorne und steht steiler, bei letzterem liegt sie weiter zurück und steht schräger; bei ersterem ist der Hinterhauptslappen gehoben, bei letzterem nach dem Nacken herabgezogen. — In seltenen Fällen kommt es vor, daß graue Substanz an ungewöhnlicher Stelle, an welcher man normalerweise weiße erwarten würde, auftritt (Heterotopie) (S. 122). Die Furchen und Windungen der Hemisphären sind um so konstanter, je früher sie auftreten (S. 166). Die sekundären seichten Furchen, welche die Hauptwülste durchziehen und in verschiedene Nebenwindungen zerlegen, sind so außerordentlich variabel, daß man sie nicht einmal an beiden Hemisphären eines und desselben Gehirns gleich gebildet findet.

Der Versuch R. Wagners (1862) aus dem Verhalten der Windungen auf die geistigen Fähigkeiten des Gehirns Schlüsse zu ziehen, ist als gescheitert zu betrachten, um so mehr als die neuesten Untersuchungen, wie oben erwähnt wurde, dargetan haben, daß die Windungen mit dem inneren Bau der Rinde, auf welchen es allein ankommt, keineswegs genau übereinstimmen; die Art der Windungen scheint vielmehr eine Stammeseigentümlichkeit zu sein. Dabei soll nicht geleugnet werden, daß geistig hochstehende Menschen ein reicher gegliedertes Stirnhirn, und nieder stehende Rassen im allgemeinen ein einfacheres Relief der Gehirnoberfläche zeigen.

Praktische Bemerkungen. Das Großhirn ist, wie wir gesehen haben, die Endstation des gesamten Nervensystems, Störungen seiner Gesundheit werden sich deshalb auch oft weithin im Körper bemerkbar machen. Bei der großen Wichtigkeit des Organs muß schon die Ernährung durch ein quantitativ oder qualitativ ungenügendes Blut mehr oder weniger schwere Allgemeinerscheinungen verursachen. Anämie des Gehirns bedingt Ohnmachtsanfälle, ist sie chronisch, dann leidet die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit. Bei Hyperämie kommt es zu Kopfschmerzen, Schwindel, Augenflimmern, zu Bewußtseinsstörungen. Enthält das Blut giftige Substanzen, dann treten ebenfalls schwerere oder leichtere Symptome auf. So treten z. B. bei einer Überladung des Blutes mit Harnbestandteilen (Urämie) Kopfschmerzen, Krämpfe und Bewußtlosigkeit auf, bei Eintritt von Galle in das Blut (Ikterus) auch wieder Kopfschmerzen, psychische Verstimmung, Reizbarkeit, Mattigkeit, Schwäche u. a. m.

Ist eine organische Erkrankung des Gehirns vorhanden, dann äußert sich dieselbe vielleicht in schweren Symptomen wie Krämpfen, Lähmungen, Schmerzen, Gefühllosigkeit usw.; in anderen Fällen wieder ist es auffallend, wie gering die Symptome sind, welche durch eine Läsion des Gehirns ausgelöst werden. Dies erklärt sich dadurch, daß von der verletzten Stelle aus Verbindungen zu den verschiedensten Regionen der gleichseitigen und der gegenseitigen Hemisphäre gehen, welche diesen ermöglichen, für die verletzte Stelle mehr oder weniger vollständig einzutreten. Diese Verbindungen vermögen andererseits auch ein ausgedehnteres Leiden vorzutäuschen, wenn von der verletzten Stelle aus Teile in Mitleidenschaft gezogen werden, welche an sich gesund sind.

Die Erkrankungen sind entweder auf eine kleinere Gegend beschränkt, oder sie erstrecken sich über größere Teile, selbst über das ganze Großhirn hin. Es kann eine Entzündung auftreten, es kann sich um einen Bluterguß, einen Abszeß, um eine Geschwulst handeln. Diese letzteren zeigen im allgemeinen nichts für das Gehirn Spezifisches, nur ist das Gliom zu erwähnen, eine Wucherung des Neurogliagewebes. Alle diese Erkrankungen beeinträchtigen das Nervengewebe in ihrer Umgebung und zerstören es. Dabei kommt es natürlich sehr darauf an, an welcher Stelle des Gehirns die Läsion sitzt; sind die Projektionsbahnen betroffen, dann äußert sich die Erkrankung in Lähmung von verschiedener Art, wovon in vorstehendem schon mehrfach die Rede war. Durch sorgfältige Beobachtung läßt sich der Sitz der Läsion zumeist feststellen. Da die Projektionsbahnen nach der inneren Kapsel zusammenstrahlen, wird die Verletzung bei gleicher Größe immer ausgedehntere Symptome machen, je näher sie an der inneren Kapsel lokalisiert ist. Hervorzuheben ist, daß Blutungen (Apoplexie) in der Gegend der Zentralganglien dicht neben der inneren Kapsel besonders häufig vorkommen. Sie zerstören dabei einen größeren oder kleineren Abschnitt dieser letzteren, was dann nicht selten zu vollständiger Lähmung der Muskeln der gegenseitigen Körperhälfte führen kann (Hemiplegie); die Sensibilität braucht dabei nicht

wesentlich zu leiden. Trifft eine Läsion einen eng umschriebenen Rindenbezirk, dann tritt vielleicht eine Monoplegie auf, eine Lähmung, welche sich auf eine kleinere Muskelgruppe beschränkt, z. B. einen Arm oder nur die Hand u. dergl.

Trifft eine Läsion die Großhirnteile, welche den höheren geistigen Funktionen dienen, dann treten mehr oder weniger schwere psychische Symptome auf.

Bemerkenswert ist es, daß es bisher noch nicht gelungen ist, irgendwelche Symptome auf eine Erkrankung des Streifenkörpers zurückzuführen.

Degenerieren die Zellen und Fasern der Rinde, besonders die Tangentialfasern, sowie die von ihnen ausgehenden Assoziationsfasern, dann entsteht das Bild der progressiven Paralyse, einer Krankheit, welche mit schweren Symptomen einhergeht, wie Sehstörungen, mangelnder Koordination der Bewegungen, Lähmungserscheinungen und schweren psychischen Störungen.

Eine vermehrte Ansammlung von Zerebrospinalflüssigkeit in den Hirnventrikeln bedingt Wasserkopf, Hydrocephalus internus, wie sie aus unbekannten Ursachen in frühem Kindesalter entsteht. Die Ausdehnung, welche die Ventrikel erfahren, kann sehr bedeutend werden. Die Gehirnwand wird dabei natürlich mehr oder weniger verdünnt. Bei höheren Graden der Krankheit bleiben die Kinder oft geistig stark zurück, auch Lähmungen und andere Erscheinungen werden beobachtet. Tritt aber nicht allzu spät ein Stillstand des Prozesses ein, dann kann es auch zu einer leidlichen geistigen Entwickelung kommen. Ein frühzeitig abgeheilter Hydrocephalus begünstigt nach Perls Meinung (Edinger 1911) das Gehirnwachstum in dem einmal erweiterten Schädel, so daß der Träger desselben nicht nur nicht geistig zurückzubleiben braucht, sondern sogar zu großer geistiger Bedeutung aufsteigen kann. In der Tat zeigen besonders hervorragende Menschen gar nicht so selten einen so geräumigen Schädel, daß man an einen frühzeitig abgelaufenen Hydrocephalus denken möchte. Freilich läßt sich der Satz nicht umkehren und es braucht ein Mensch mit großem Schädel nicht notwendig geistig bedeutend zu sein.

Macht es die Diagnose eines Gehirnleidens wahrscheinlich, daß man es mit einer umschriebenen Erkrankung zu tun hat, welche einer operativen Behandlung zugänglich ist, dann können die Symptome in vielen Fällen die Stelle zeigen, an welcher man zum Gehirn vorzudringen hat. Um an der Oberfläche des unverletzten Kopfes die Stellen der wichtigsten Furchen und Windungen, zu bestimmen, sind zahlreiche Vorschläge gemacht worden (F. W. Müller 1910). Die in Deutschland wohl am meisten angewandte Methode ist von Krönlein (1898) (*235*). Sie gibt nicht vollständig genaue Resultate, was auch bei der verschiedenen Bauart des Gehirns kaum möglich ist, doch hat sie sich immerhin in zahlreichen Fällen bewährt. Krönlein zieht auf der Außenseite des Kopfes folgende Linien:

1. Die deutsche Horizontale (Unterrand der Augenhöhle zum oberen Rand des Porus acusticus externus).
2. Die obere Horizontale, parallel der ersteren durch den oberen Augenhöhlenrand.
3. Die vordere Vertikale, von der Mitte des Jochbogens senkrecht zur deutschen Horizontale.
4. Die mittlere Vertikale, vom Unterkieferköpfchen senkrecht zur deutschen Horizontale.
5. Die hintere Vertikale, vom hintersten Punkt der Basis des Processus mastoideus senkrecht zur deutschen Horizontale.
6. Die Linea Rolandi, indem der Kreuzungspunkt der vorderen Vertikalen mit der oberen Horizontalen in dem Punkt verbunden wird, in welchem die hintere Vertikale den Scheitel schneidet.
7. Die Linea Sylvii, indem der Winkel, welchen die Linea Rolandi mit der oberen Horizontalen bildet, halbiert und die Halbierungslinie nach hinten bis zur Kreuzung mit der hinteren Vertikalen verlängert wird.

## IV. Hüllen des Zentralorgans, Meninges.

Die bindegewebige Umhüllung des embryonalen Zentralorgans wandelt sich im Lauf der Entwickelung zu mehreren Membranen um, welche in Bau und Funktion voneinander abweichen. Die äußerste Umhüllung von Gehirn und Rückenmark wird von einer derben und kräftigen Haut gebildet, der harten Hirn- und Rückenmarkshaut, Pachymeninx oder Dura mater. Auf sie folgt die weiche Hirn- und Rückenmarkshaut, Leptomeninx, welche ihrerseits wieder aus zwei Mem-

branen besteht, der Spinnwebenhaut, Arachnoidea, und der Gefäßhaut, Pia mater, zwischen welchen sich die Zerebrospinalflüssigkeit, Liquor cerebrospinalis, befindet. Das Verhalten der Häute ist in der Schädelhöhle und im Rückenmarkskanal teilweise etwas verschieden.

### a) Harte Hirn- und Rückenmarkshaut, Dura mater.

Die harte Hirnhaut, Dura mater encephali, dient sowohl dem Gehirn als Hülle, wie auch dem Schädelraum als Periost. Daß die letztere Funktion die wichtigere ist, geht aus ihrer Struktur und Gefäßversorgung hervor. Ihre Dicke beträgt über einen halben Millimeter, ihre Textur ist eine dichte. Sie besteht aus Bindegewebe mit nur wenigen elastischen Fasern; deshalb ist ihre Festigkeit groß, ihre Dehnbarkeit gering. Sie steht mit dem unterliegenden Knochen durch Bindegewebszüge und übertretende Gefäße in kontinuierlicher Verbindung. Diese ist an der Schädelwölbung leicht trennbar, nur an den Nähten haftet die Haut fester und es setzt sich dort ihre Substanz direkt in die der Nähte fort. An der Schädelbasis adhäriert die Dura dem Knochen inniger; an der Lamina cribrosa, dem Türkensattel, dem Clivus, der Felsenbeinpyramide ist der Zusammenhang besonders schwer lösbar.

Die innere Oberfläche ist von einfachem Plattenepithel bedeckt, sie erscheint daher glatt, nur an der Basis der in die Schädelhöhle hinein vorspringenden Fortsätze treten mehr oder minder unregelmäßige Bündel frei über dieselbe hervor. Mit dem Gehirn ist sie nur durch übertretende Gefäße verbunden.

Von der Dura mater des Schädels gehen Fortsätze nach innen, welche die Höhle unvollkommen der Länge nach in zwei symmetrische Hälften und der Quere nach in einen oberen und unteren Raum abteilen (*236, 238*). Die mediane Scheidewand wird durch die quere in eine obere und untere Abteilung geschieden. Die obere Abteilung, Hirnsichel, Falx cerebri, ragt in die tiefe Spalte zwischen den beiden Hemisphären des Großhirns bis nahe an den Balken. Sie hat die Gestalt einer Sichel, deren Rücken an der Crista frontalis und den beiden Lippen des Sulcus sagittalis angewachsen ist, und deren Schneide frei liegt; sie ruht mit dem breiten hinteren Rand auf der horizontalen Scheidewand des Schädelraumes und schließt mit dem schmalen vorderen Rand die Crista galli ein. Die untere Abteilung der medianen Scheidewand, Kleinhirnsichel, Falx cerebelli, ist niedriger aber breiter als die obere, oft der Länge nach gerippt oder hohlkehlenartig vertieft. Sie beginnt an der Unterfläche der queren Scheidewand und erstreckt sich bis zum Hinterhauptsloch, dessen hinteren Umfang sie mit zwei Schenkeln umgreift. Ihr hinterer Rand ist an die Crista occipitalis interna angeheftet, ihr vorderer Rand scheidet die beiden Kleinhirnhemisphären voneinander.

Die quere Scheidewand, das Kleinhirnzelt, Tentorium cerebelli, ist nach Art einer flachen Dachfirste gestaltet. Es legt sich in die Spalte zwischen den Occipitallappen des Großhirns und der Oberfläche des Kleinhirnes; mit ihrem freien Rand erreicht sie den Grund der queren Hirnspalte und nimmt in der Mitte dieses Randes die aus dem Gehirn austretende Vena cerebri magna (Galeni) auf. Dieser Rand ist zwickelförmig eingeschnitten (Incisura tentorii) und bildet mit der Sattellehne eine Öffnung von der Gestalt eines Spitzbogens, durch welche der Hirnstamm in den oberen Teil der Schädelhöhle eintritt. Zu beiden Seiten zerfällt der Rand in zwei Schenkel, welche sich an den Processus clinoideus posterior und anterior sehr fest ansetzen. Der vordere Rand des Hirnzeltes ist an der oberen Kante der Schläfenbeinpyramide angeheftet, der hintere Rand verbindet sich mit den leicht vortretenden Rändern des Sulcus transversus.

In der Substanz der harten Hirnhaut sind venöse Sinus enthalten, über welche in der Gefäßlehre näheres beizubringen sein wird. Sie nehmen die sämtlichen Gehirnvenen auf. Außerdem verlaufen in ihr eine Strecke weit die Stämme einiger Nerven. Der dritte, vierte und sechste Hirnnerv sind auf einem Teil ihres Weges von der harten Hirnhaut umschlossen und ziehen nebeneinander über und neben der A. carotis interna durch die Wand des Sinus cavernosus ihrer Austrittsstellen aus dem Schädel, der Fissura orbitalis superior, zu (*240*). Ihnen schließt sich der erste Ast des N. trigeminus an. Der Stamm dieses letzteren Nerven und sein Ganglion semilunare finden ihren Platz in einem geräumigen Hohlraum der harten Hirnhaut, dem Cavum Meckeli [1]), auf der Impressio trigemini des Schläfenbeines. Über die Hypophysengrube spannt sich ein Blatt der Dura als eine leicht vertiefte Decke, Diaphragma sellae, welche von dem Stiel des Hirnanhanges im Foramen diaphragmatis durchbohrt wird.

Die Arterien der harten Hirnhaut sind die Aa. meningeae, anterior, media und posterior. Die vordere versorgt die Hirnhaut an der Rückseite des Stirnbeines und den Anfang der Hirnsichel, die hintere gelangt in mehreren Zweigen an die Hirnhaut der hinteren Schädelgrube. Weitaus der größte Teil der Dura wird von der A. meningea media ernährt. Dieselbe betritt die Schädelhöhle durch das Foramen spinosum und teilt sich in zwei Hauptzweige, welche mit ihren Ästen auf der dem Knochen zugewandten Außenseite der Haut verlaufen. Sie bewirken die in der Knochenlehre erwähnten Furchen an der Innenseite des Schädels. Die Äste zerfallen rasch und bilden ein reiches Anastomosennetz, welches sich über die ganze Dura hin verbreitet. Sehr zahlreiche Zweige treten in die Schädelknochen ein und versorgen sie mit Blut. Von den für die harte Hirnhaut selbst bestimmten Arterien münden feinste arterielle Zweige, welche auf der äußeren Fläche der Haut liegen, direkt in ein venöses Netz. An der Innenfläche ist ein zweites Netz feiner Gefäße, welches als ein intermediäres anzusehen ist. Beide Netze stehen miteinander in Verbindung.

Die Venen der Dura mater begleiten die Arterien und zwar gewöhnlich in der Doppelzahl.

Lymphgefäße der Dura sind augenscheinlich nicht vorhanden; der Inhalt von Saftlücken im Gewebe der Haut fließt sogleich in den Subduralraum ab.

Die Nerven der harten Hirnhaut werden vom N. trigeminus und vagus abgegeben. Der vordere Teil derselben wird vom N. meningeus des N. maxillaris versorgt, welcher sich mit dem vorderen Ast der A. meningea media verzweigt. Der N. spinosus des N. mandibularis versorgt, dem hinteren Ast der A. meningea media folgend, die Dura der mittleren Schädelgrube. Der N. tentorii des N. ophthalmicus verbreitet sich im Hirnzelt; er verläuft meist eine Strecke weit in der Scheide des N. trochlearis. Der Ramus meningeus n. vagi ist für die hintere Schädelgrube bestimmt. Sympathische Fasern begleiten die Verzweigungen der Arterien.

Die harte Rückenmarkshaut, Dura mater spinalis, setzt sich aus der Dura mater encephali in der Art fort, daß sich diese am Beginn des Rückenmarkes in der Gegend des Hinterhauptsloches in zwei und mehr Lamellen spaltet, von denen die äußerste in das Periost und die Bänder der Wirbelhöhle übergeht, während die innerste, eine ganz selbständige Rückenmarkshaut bildend, ein zylindrisches Rohr darstellt, welches das Rückenmark umschließt (*148*). Kaudalwärts überschreitet es das funktionelle Rückenmark und umhüllt noch die Cauda equina bis in das Bereich des zweiten Sakralwirbels. Auch der Rest des Filum terminale wird noch von einer röhrigen Dura-

[1]) Cavum semilunare.

scheide eingeschlossen, welche zuletzt fächerförmig ausgebreitet in das Periost des zweiten Steißwirbels übergeht (Filum durae spinalis). Am engsten ist das Durarohr im Bereich der Brustwirbelsäule, nach oben und unten erweitert es sich. Mit der Wand des Wirbelkanals hängt die Dura mater spinalis durch eine Anzahl von Bindegewebsbalken zusammen, besonders fest an den Zwischenwirbellöchern, wo sie die Spinalnerven bis zu ihrem Austritt aus dem Wirbelkanal umkleidet und wo sie durch strafef Bindegewebszüge mit den Umrandungen der Zwischenwirbellöcher verbunden ist, nur an den Austrittsstellen der Sakralnerven fehlt eine feste Verbindung. Auch in der vorderen und hinteren Mittellinie ist sie durch Septen mit der Rückseite der Wirbelkörper und der Vorderseite der Wirbelbogen in Verbindung gesetzt, von welchen das vordere leicht, das hintere weniger deutlich darstellbar ist (Heile 1913). Eine Änderung dieser Bindegewebseinrichtungen tritt erst im Bereich des Kreuzbeines ein. Dort ist das Ende des Durasackes durch zahlreiche Bindegewebsstränge und -Platten an die Wände des Sakralkanales angeheftet. Sie sind vorne am zahlreichsten und verdichten sich dort zu einer Art von gefensterter Haut, aber auch im übrigen Umfang des Kanales fehlen sie nicht. Von dem unteren Ende des Durasackes gehen nach allen Seiten kräftige Fäden ab und setzen sich in steil absteigendem Verlauf ringsum an den Wänden des untersten Teiles des Sakralkanales bis zum Steißbein fest. Die Dura ist von großer Festigkeit, ihre Substanz zeigt sich von zahlreichen elastischen Fasern durchsetzt, ihre innere Oberfläche trägt, wie die harte Hirnhaut der Schädelhöhle, ein einfaches Plattenepithel. Der Durasack mit seinem Inhalt füllt den Wirbelkanal nicht vollständig aus, es bleibt vielmehr zwischen beiden ein Raum, der epidurale Raum, Cavum epidurale. Derselbe wird von einem lockeren, feuchten und fettreichen Bindegewebe ausgefüllt, welches reiche venöse Plexus enthält. Er erstreckt sich bis zum Ende des Durasackes, von wo ab die erwähnten Bindegewebseinrichtungen dem Raum ein Ende bereiten. Macht man medikamentöse Einspritzungen in den epiduralen Raum, dann verbreiten sie sich wegen der medianen Septen desselben nur auf einer Seite und überwinden dieselben nur bei Anwendung starken Druckes (Heile).

Die Arterien der Dura mater spinalis werden von den Rückenmarksarterien dort abgegeben, wo sie die harte Rückenmarkshaut durchbohren. Sie bilden an deren Außenseite Netze.

Die Venen ergießen sich in die venösen Geflechte des epiduralen Raumes.

Die Lymphspalten in dem Gewebe der harten Rückenmarkshaut stehen mit den Lymphräumen des epiduralen Raumes in Verbindung.

Feine Nervenfäden für die Dura werden von den Nn. sinuvertebrales abgegeben.

### b) Weiche Hirn- und Rückenmarkshaut. Leptomeninx.

Die beiden Membranen, aus welchen die weiche Hirnhaut besteht, sind die Spinnwebenhaut, Arachnoidea, und die Gefäßhaut, Pia mater. Die erstere schmiegt sich genau an die harte Hirnhaut an, von welcher sie durch einen kapillaren Spaltraum, Cavum subdurale, getrennt ist. Dasselbe enthält eine minimale Menge von Flüssigkeit, welche aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Subarachnoidealraum stammt. Abgeleitet wird sie in der Hauptsache durch den Subduralraum der Arachnoidealzotten, wohl auch durch seröse Bahnen längs der peripherischen Nerven. Die Pia mater ist mit der Oberfläche des Zentralorganes innig verbunden; sie folgt daher in der Schädelhöhle allen Windungen und Furchen des Gehirns genau, während sich die Arachnoidea über sie gleichmäßig hinspannt.

In dem Wirbelkanal ist die Arachnoidea ebenfalls durch den engen Spalt des Subduralraumes von der Dura mater getrennt, doch fehlt es dort an Verbindungen zwischen beiden Häuten nicht ganz. Gleich unter dem Foramen magnum sind zwischen beiden kurze Bindegewebsbälkchen vorhanden, am reichlichsten an der Dorsalseite, besonders in deren Mittellinie. Weiter kaudal werden die Verbindungen spärlicher, doch erhält sich in der hinteren Mittellinie auch dann noch eine festere Verklebung. Die Wurzeln der Spinalnerven werden, wie von der Dura, auch von der Arachnoidea bekleidet. Auch an ihnen beobachtet man zwischen beiden Häuten zahlreiche Bindegewebsbrücken. Nach dem Gesagten versteht man, daß jede austretende Nervenwurzel einen Subduralraum besitzt; derselbe erstreckt sich bis zum Übergang des Nerven in das Spinalganglion, wo die Rückenmarkshäute mit der Scheide des Nerven zusammenfließen (*149*).

Die Pia mater spinalis ist mit der Oberfläche des Rückenmarkes verbunden und sendet in die Fissura mediana anterior desselben einen Fortsatz [1]) hinein, welcher sich bis zur vorderen Kommissur in die Tiefe erstreckt.

Die beiden Grenzlamellen der weichen Hirnhaut, Arachnoidea und Pia mater, sind durch Platten und Balken, welche sich zwischen ihnen ausspannen, miteinander verbunden. In der Schädelhöhle sind sie sehr zahlreich und richten sich in ihrer Länge nach dem vorhandenen Raum, in der Wirbelhöhle ist die Verteilung und Form eine andere. In erster Linie fällt das Ligamentum denticulatum auf (*150*), eine zarte Bindegewebsplatte, welche sich am seitlichen Umfang des Rückenmarkes in der Mitte zwischen vorderer und hinterer Wurzel erhebt und frontal gestellt, zur Arachnoidea gelangt. Der Ursprung von der Pia ist kontinuierlich, der Ansatz an der Arachnoidea geschieht mit den Spitzen einzelner Zacken, zwischen welchen das Ligament einen festonartigen, etwas verdickten freien Rand zeigt. Solcher Zacken gibt es 20—23. Die erste findet man am Foramen magnum, die letzte in der Gegend des unteren Endes des letzten Brustwirbels. Von dort aus setzt sich das Ligament nur als eine dünne Kante bis zum Endfaden fort. Die einzelnen Zacken alternieren einigermaßen, aber nicht streng mit den Nervenwurzeln. Man kann das Band als einen Apparat für die Fixation des Rückenmarkes in seiner Lage betrachten. Außer dem Ligamentum denticulatum sind auch noch andere Verbindungen zwischen Arachnoidea und Pia vorhanden. In der Höhe der zweiten Zacke des Ligamentum denticulatum findet man jederseits ein Bindegewebsblatt mit unterem freiem Rand, Septum intermedium (Key und Retzius 1876). In der dorsalen Mittellinie zieht sich eine vielfach durchbrochene Scheidewand vom Halsteil nach dem Dorsalteil herab (Septum posticum) [2]). Auch in der ventralen Mittellinie ist im Halsteil des Wirbelkanales eine Anzahl von Bindegewebsbalken zu finden.

Ihr kaudales Ende findet die weiche Rückenmarkshaut mit dem Ende des Durasackes.

Ihrer Struktur nach besteht die Leptomeninx aus Bindegewebsbündeln von gestrecktem Verlauf. Die Pia mater spinalis ist etwas dicker, als die Pia mater encephali und besteht aus zwei Schichten von gekreuztem Faserverlauf. Elastische Fasern sind vorhanden; hervorzuheben ist, daß die Bälkchen, welche Pia und Arachnoidea verbinden, vielfach von umspinnenden elastischen Fasern (1. Abt. S. 50) umgeben werden. Sowohl die äußere Seite der Arachnoidea, wie auch der ganze Binnenraum der weichen Hirnhaut und alle in ihm befindlichen Balken und Blättchen sind von einem einfachen Plattenepithel bedeckt.

[1]) Septum longitudinale anterius.

[2]) Mediastinum posticum.

Eigene Blutgefäße besitzt die weiche Hirnhaut nur in sehr geringer Zahl. Die Pia ist zwar überreich mit Gefäßen versehen, doch lösen sich dieselben nicht zu Kapillaren auf, sondern treten in das Zentralorgan ein.

Zwischen den Lamellen der Pia findet man Spaltlücken und -Räume, welche in den Subarachnoidealraum münden.

Nervennetze der Leptomeninx sind spinalen und sympathischen Ursprunges. In der Pia sind sie in reicher Zahl vorhanden, in der Arachnoidea nur spärlich.

Der Subarachnoidealraum und sein Inhalt. Der Raum, welcher zwischen Arachnoidea und Pia mater bleibt, führt den Namen Subarachnoidealraum, Cavum subarachnoideale. Er enthält den Liquor cerebrospinalis, ein verdünntes eiweißarmes Blutplasma von wasserklarem Aussehen. Diese Flüssigkeit befindet sich in fortwährendem Fluß; sie wird an gewissen Stellen erzeugt und fließt an anderen wieder ab. Es wiederholt sich hier im großen, was bei der Beschreibung des Augapfels vom Kammerwasser im kleinen berichtet wurde.

Die Weite des Subarachnoidealraumes ist in der Schädelhöhle je nach der Örtlichkeit sehr verschieden und wechselt von der einer fast linearen Spalte bis zu Lakunen von fast Zentimetertiefe. Der Gipfel der Hemisphärenwindungen ist von einem sehr schmalen Spalt überzogen. Da die Windungen mit gerundeten Rändern in die Furchen abfallen, so bleiben zwischen ihnen dreiseitig prismatische Räume, in welchen eine etwas größere Menge von Zerebrospinalflüssigkeit zirkulieren kann. An der Basis trifft das Oberflächenrelief des Gehirns mit dem des Schädels wenig genau zusammen, so daß etwas größere, mit Zerebrospinalflüssigkeit gefüllte Räume entstehen, welche man Zisternen, Cisternae subarachnoideales, nennt. Man unterscheidet eine größere Anzahl solcher, die folgenden sind die wesentlichsten. Eine Cisterna chiasmatis umgibt das Chiasma opticum; sie setzt sich nach beiden Seiten fort in die Cisterna fissurae lateralis cerebri; nach hinten schließt sich an sie die Cisterna interpeduncularis zwischen den Hirnschenkeln an. Von ihr geht wieder die Cisterna venae magnae cerebri aus, welche um den Hirnschenkel herum nach oben zieht und den Anfang der genannten Vene nebst der Arteria cerebri posterior enthält. Zwischen Kleinhirn und verlängertem Mark ist eine Cisterna cerebello-medullaris zu finden.

Der Subarachnoidealraum des Rückenmarkes ist relativ weit und in seiner ganzen Länge von ziemlich gleichmäßiger Ausdehnung.

Die Neubildung des Liquor cerebrospinalis erfolgt in den Plexus chorioidei des Gehirns, niederen ästigen Zotten. Dieselben bestehen aus lockerem Bindegewebe und enthalten Gefäßschlingen. Sie gehen von dünnen Pialamellen aus, welche man Telae chorioideae nennt und die in das Innere des Ventrikelsystems hineinragen. Das Eindringen in die Ventrikel erfolgt an den Stellen, an welchen sich bei der Entwickelung die Wand des Hirnrohres zu den Laminae chorioideae epitheliales (1. Abt. S. 197f.) verdünnt hat. Die Plexus stülpen dieselbe in den Ventrikel ein, ohne sie zu durchbrechen; sie sind deshalb während des ganzen Lebens von der feinen Epithellamelle überzogen.

Die Tela chorioidea ventriculi quarti ist die oben (S. 130) erwähnte Verstärkung der Lamina chorioidea epithelialis, welche sich von der Taenia ventriculi quarti aus über den Ventrikel hinspannt. An ihrer diesem zugewandten Fläche trägt sie die Plexus chorioidei ventriculi quarti (*241*). Die Plexus chorioidei mediales gehen dicht nebeneinander vom Nodulus aus, laufen unterhalb des Wurmes des Kleinhirns rückwärts und schicken aus einem Loch in der Mittellinie der zarten Membran

noch einen schmalen zungenförmigen Fortsatz aus, welcher sich am Unterwurm eine Strecke weit hinzieht. Der Plexus chorioideus lateralis geht vom Nodulus aus seitlich, windet sich mit dem Flockenstiel um den Strickkörper, bis er an der Unterfläche des Gehirnes zwischen der Flocke und dem austretenden N. vagus ankommt. Er liegt in dem Recessus lateralis ventriculi quarti (S. 135) und wird von der Lamina chorioidea epithelialis mit ihrer Unterlage von Piagewebe dütenförmig umschlossen (*241*).

Wie mehrfach erwähnt wurde, ist das Hirnrohr ursprünglich vollkommen geschlossen. Im Lauf der Entwickelung entstehen jedoch am vierten Ventrikel sekundäre Öffnungen, welche einen Austritt der Zerebrospinalflüssigkeit in den Subarachnoidealraum erlauben. Die Apertura mediana ventriculi quarti (Foramen Magendii) wurde soeben bereits erwähnt. Sie steht am hinteren Ende des Ventrikels und wird sichtbar, wenn man Kleinhirn und verlängertes Mark auseinanderzieht. Aus ihr sendet der Plexus chorioideus medialis seinen Fortsatz heraus. Die Apertura lateralis ventriculi quarti ist eine schlitzförmige Öffnung am Recessus lateralis, aus welcher das abgerundete Ende des Plexus lateralis hervorsieht (*241*).

Die Tela chorioidea ventriculi tertii ist eine Falte der Pia mater, deren untere Platte an der Fissura transversa cerebri, aus der Piabedeckung der Vierhügel hervorgeht, deren obere Platte sich aus der Piabedeckung des Splenium corporis callosi und seiner Nachbarschaft fortsetzt. Zwischen den beiden Platten findet man Gefäße und Bälkchen des Arachnoidealgewebes. Diese umhüllen das Corpus pineale. Nach vorne nähern sich die beiden Platten einander rasch, so daß nur ein linearer Spaltraum zwischen ihnen bleibt. Die so entstandene dünne Membran ist von dreieckiger Gestalt[1]) mit hinterer Basis und vorderer Spitze (*177*); sie schiebt sich an der Unterseite des Fornix bis zum Foramen interventriculare Monroi hin. An ihre Unterseite legt sich die Lamina chorioidea epithelialis des dritten, an ihre Oberseite die der beiden Seitenventrikel an (*239*). Die Lamina epithelialis des dritten Ventrikels spannt sich vom freien Rand der einen Stria medullaris zu dem der anderen hin und man nennt die Linie, in welcher sich die Stria zur Epithellamelle zuschärft, Taenia thalami. An der dem dritten Ventrikel zugewandten Fläche treibt die Tela chorioidea einen schmalen paarigen Zottenstreifen, Plexus chorioideus ventriculi tertii, welcher sich in der ganzen Länge des Ventrikels hinzieht und vorne am Foramen interventriculare Monroi mit dem des Seitenventrikels zusammenhängt. Der Plexus chorioideus ventriculi lateralis ist in seiner Entwickelung auf die Fissura chorioidea zurückzuführen (S. 166 und 1. Abt. S. 197). Er erstreckt sich vom Foramen interventriculare Monroi aus bis zum Ende des Unterhorns. Soweit der dritte Ventrikel reicht, hängt er mit dem Seitenrand der Tela chorioidea ventriculi tertii zusammen, die ihn deckende Lamina epithelialis geht einerseits aus dem zugeschärften freien Rand des Fornix hervor, Taenia fornicis, andererseits von einem dünnen Blättchen, Lamina affixa, welches auf die obere Seite des Sehhügels gerückt ist. Im Unterhorn bleibt die Anheftung an der zur Fimbria umgewandelten Fornix, Taenia fimbriae (*237*), die gleiche, die Anheftung an der anderen Seite, Taenia chorioidea, hält sich an den Rand der Cauda nuclei caudati. Die Spitze des Unterhornes wird durch den Plexus mit seinen Anheftungen verschlossen.

Als Abflußwege der Zerebrospinalflüssigkeit sind Lymphgefäße anzusehen, welche in das Lymphgefäßnetz der Nase führen, vielleicht auch in lymphatische Räume der Hirnnerven. Diese Wege spielen jedoch nur eine untergeordnete Rolle,

[1]) Velum triangulare.

als die hauptsächlichsten Ableitungseinrichtungen sind die Arachnoidealzotten, Granulationes arachnoideales (Pacchioni)[1]) anzusehen (*242*). Dieselben sind, meist gestielt erscheinende, hernienartige Ausbuchtungen der weichen Hirnhaut, welche in venöse Höhlen der harten Hirnhaut hineinragen, entweder in die Sinus durae matris oder sie stehen ganz frei, ohne mit dem System der Blutleiter zusammenzuhängen. Aber auch in diesem Fall sind sie mit dem Venensystem in Verbindung und man kann stets nachweisen, daß aus den grübchenartigen Vertiefungen, welche die Zotten in den anliegenden Schädelknochen verursachen, Kanäle abgehen, welche dem System der Diploëvenen angehören. In ihrem Innern besitzen die Zotten dasselbe Bälkchennetz, wie der Subarachnoidealraum im allgemeinen, ihre äußere Begrenzung wird von der Arachnoidea selbst gebildet. Sie stülpen die bedeckende harte Hirnhaut außerordentlich verdünnt vor sich her, und die Zerebrospinalflüssigkeit gelangt durch einen doppelten Diffusionsvorgang in das venöse Blut. Erstens muß sie die Arachnoidea passieren, was sie im übrigen nicht tut, um in den Subduralraum der Zotte zu gelangen und von da muß sie durch die bruchsackartige Duralamelle in den Venenraum eintreten. Es ist dies nur dadurch möglich, daß der Druck in der Zotte ein größerer ist, als in dem betreffenden Blutbehälter.

Die Verbreitung der Arachnoidealzotten ist eine beschränkte. In ihrer großen Mehrzahl halten sie sich an die großen Blutleiter der Schädelhöhle, besonders an den Sinus longitudinalis oder transversus. Sie ragen in das Lumen derselben hinein und halten außerdem die Lacunae laterales des ersteren (s. Gefäßlehre) in großer Menge besetzt. Auch im Sinus cavernosus befinden sie sich. Ferner folgen sie meist dem Verlauf des Sinus sphenoparietalis und stehen um die großen Stämme der Venae meningeae in der Tiefe der mittleren Schädelgrube. Ganz isoliert findet man Arachnoidealzotten an der Stirn- und vorderen Scheitelgegend, wo sie dann, wie gesagt, mit Diploëvenen in Zusammenhang stehen.

Die Arachnoidealzotten sind bei Kindern noch sehr klein, oft nur rudimentär angedeutet.

Varietäten. Die Arachnoidealzotten sind in sehr verschiedener Zahl und Ausbildung vorhanden.

Praktische Bemerkungen. Von den Häuten des Zentralnervensystems sind die Hirnhäute die bedeutungsvolleren, während die Rückenmarkshäute sozusagen nur einen Anhang an sie bilden. An die Hirnhäute ist die Neubildung und Ableitung der Zerebrospinalflüssigkeit geknüpft, die nahe Verbindung der Dura mater encephali mit dem Schädel bringt sie zu diesem in unmittelbare Beziehung, sie erleichtert auch den Verkehr mit den topographisch benachbarten Kapseln der Sinnesorgane. Die selbständiger gestellte Dura mater spinalis hat solche Beziehungen nicht. Die Festigkeit der harten Hirnhaut ist eine große; sie setzt Schädelfrakturen mit Impression einen beträchtlichen Widerstand entgegen. Ihre Spannung hält selbst bei größeren Knochendefekten das andrängende Gehirn zurück. Der Mangel an Dehnbarkeit der Membran veranlaßt ihre Loslösung von der Unterlage bei Einwirkung stumpfer Gewalt. Wird der Schädel seitlich zusammengepreßt und dadurch verlängert, etwa durch Fall eines schweren Gegenstandes auf den am Boden liegenden Kopf, dann kann es die Unnachgiebigkeit der harten Hirnhaut verschulden, daß das Hirnzelt an seinen Insertionspunkten abgesprengt wird.

Blutungen können zwischen dem Knochen und der bei Erwachsenen leicht von ihm zu trennenden Dura entstehen, z. B. durch Zerreißen eines Hauptastes der A. meningea media bei einem Schädelbruch; sie können so stark werden, daß bedrohliche Symptome von Hirndruck auftreten. Im Subduralraum und besonders im Subarachnoidealraum finden Blutungen oft eine weite Verbreitung, selbst bis in die Wirbelhöhle hinein.

Bei Erkrankungen übernehmen die Hirnhäute zumeist die führende Rolle, während die Rückenmarkshäute vielfach nur sekundär beteiligt sind. Besonders gilt dies von den Veränderungen im Inhalt der Spalträume, welche ja ohne jede Trennung von der Schädelhöhle bis zum

[1]) Pacchionische Granulationen, Pacchionische Drüsen.

kaudalen Ende des Durasackes zusammenhängen. Da die Häute des Zentralnervensystems in ihrer ganzen Länge von wesentlich gleichem Bau sind, sind auch ihre Erkrankungen im wesentlichen die gleichen. Es handelt sich um solche, welche an das Bindegewebssystem geknüpft sind: Entzündungen, Exsudate, Fibrome, Sarkome, Wucherungen des bedeckenden niederen Plattenepithels. Entzündungen auf Grund bakterieller Infektionen werden oft von der Nachbarschaft auf die Hirnhäute übergeleitet, von der Nasenhöhle aus, vom Gehörorgan, auch von der Augenhöhle her. Auch an Schädelbrüche können sich Infektionen der Hirnhäute anschließen. Auf die Rückenmarkshäute können Entzündungen von den Wirbeln, selbst von einem Decubitus aus übertragen werden. Bei Entzündungen der harten Hirnhaut verdickt sich dieselbe vielleicht schwielig (Pachymeningitis), bei solchen der weichen Hirnhaut (Leptomeningitis oder schlechtweg Meningitis) kommt es zu einem serösen oder eiterigen Exsudat in den Subarachnoidealraum, eventuell auch den Subduralraum, und man sieht, daß sich derselbe aus der Schädelhöhle in die Wirbelhöhle hinaberstreckt. Dies geschieht leicht, wenn es sich um eine allgemeine Entzündung handelt, nicht aber wenn eine lokal begrenzte Entzündung vorhanden ist.

Eine nicht entzündliche Vermehrung des Liquor cerebrospinalis (Hydrocephalus externus) entsteht, wenn das Gleichgewicht zwischen Neubildung und Ableitung desselben gestört ist. Wird bei einem Schädelbruch der Subarachnoidealraum eröffnet, dann fließt der Liquor cerebrospinalis oft in großen Mengen ab und muß dann natürlich auch in entsprechendem Maße neu gebildet werden.

Erkrankungen der weichen Hirnhaut pflanzen sich auf die Plexus chorioidei des Ventrikelsystemes fort. Diese letzteren entarten auch nicht selten zystisch in großer oder geringerer Ausdehnung.

# Sachregister.


**A.**

Abhang 132.
Achseldrüsen 10.
Acne necrotica 22.
— rosacea 22.
— vulgaris 22.
Aderhaut 65, 69, 70.
Aditus ad aquaeductum 153.
— — — cerebri 128.
Akutischer Endapparat 42.
Ala cinerea 136.
— lobuli centralis 132.
Alopecia 12, 22.
— praematura 22.
— senilis 22.
Alveus 177.
Amboß 57.
— Steigbügelgelenk 58.
Ammonsformation 174, 177.
Ammonshorn 172.
Ampulla canalis semicircularis 37.
— ductus lacrimalis 102.
Anguli palpebrarum 95.
Angulus iridis 74.
Ansae 107.
Anthelix 47, 48.
Antitragus 47, 48.
Antrum tympanicum 55, 60.
Anulus conjunctivae 68.
— fibrocartilagineus 52.
— iridis major 72.
— — minor 72.
— tendineus communis 91.
Apertura externa aquaeductus vestibuli 36.
— interna aquaeductus vestibuli 36.
— externa canaliculi cochleae 37.
— mediana ventriculi quarti 193.
Apertura lateralis ventriculi quarti 193.
— tympanica canaliculi chordae 56.
— vestibularis cochleae 37.
Apex columnae posterioris 111.
Apoplexie 186.
Apparatus lacrimalis 64, 101.
Aquaeductus 122.
— cerebri (Sylvii) 153.
Arachnoidea 190.
Arachnoidealzotten 194.
Arbor vermis 134, 149.
— vitae 134, 149.
Archipallium 172.
Arcus senilis 69.
— tarsei 98.
Area acustica 136.
— cochleae 35.
— nervi facialis 35.
— parolfactoria Brocae 163.
— striata 176.
— vestibularis inferior 35.
— — superior 35.
Arrectores pilorum 16.
Articulatio incudo-malleolaris 58.
— — stapedia 58.
Assoziationsbahnen 184.
Assoziationsfelder 180.
Assoziationssysteme 105.
Astigmatismus 88.
Atheroma 22.
Axis optica 65.
Augapfel 64.
— Gefäße 86.
Augenbraue 95.
Augenhaut, äußere 65.
— innere 75.
— mittlere 69.
Augenhöhle, Bindegewebsapparat 93.
— Fettkörper 64, 93.
Augenkammern 85.
Augenlider 64, 95.
Augenmuskeln 64, 91.
Augenmuskelnerv, äußerer 125.
Augenmuskelnerv, gemeinschaftlicher 125.
Augenwimpern 96.
Augenzittern 93.
Auricula 34, 46.
Auricularanhänge 51.
Auris externa 46.
— media 55.
Äußere Haut 3.
— — äußere Besichtigung 3.
— — Bau 5.
— — Dicke und Festigkeit 4.
Äußeres Ohr, praktische Bemerkungen 51.

**B.**

Bacilli acustici 43.
Bahn, cortico-bulbäre 178.
— — spinale 178.
— der Geschmacksfasern 183.
— des Hörnerven 183.
— — Riechnerven 183.
— der Sehnerven 183.
Bahnen, Reflex 183.
— der sensiblen Hirnnerven 182.
— — — Nerven des Rückenmarks 182.
Baillargerscher Streifen 176.
Balggeschwulst 22.
Balken 123, 169, 179.
Balkenknie 126.
Balkenwulst 126.
Bandscheiben 96.
Barba 11.
Barbula hirci 51.
Basis cerebri 123.

Basis modioli 38.
— pedunculi 153.
Beinerv 125.
Bindearme 123, 127, 134, 152.
Bindehaut 95, 97.
Bipolaren 78.
Bläschen 21.
Blasen 21.
Blennorrhöe 100.
Blepharospasmus 100.
Bodenzelle 43.
Bogengänge 34, 36, 39.
Brachia conjunctiva cerebelli 134.
— — 123, 127, 152.
— pontis 124, 127.
— conjunctivum 148.
Brachium pontis 130.
— quadrigeminum 153.
Brocas diagonales Band 163.
Brücke 123, 124, 130.
— innere Organisation 141.
Brückenarme 127, 130.
Brückenbahn, frontale 178.
Brückenschenkel 124.
Brustmark 109.
Bulbus, Kern 82.
— cornu posterioris 171.
— oculi 64.
— pili 13.
— olfactorius 124, 163.
Bulla 21.
Bursae mucosae subcutaneae 7.

C.

Caecum cupulare 40.
— vestibulare 40.
Cajalsche Zellen 175.
Calamus scriptorius 130.
Calcar avis 171.
Caliculi gustatorii 31.
Callositas 21.
Camerae oculi 85.
Camera oculi anterior 85.
— — posterior 85.
Canales longitudinales modioli 38.
— semicirculares 36.
Canaliculus cochleae 37.
Canalis centralis 110.
— hyaloideus 85.
— nasolacrimalis 103.
— spiralis cochleae 37.
— — modioli 38.
Canities 12, 15.
Capilli 11.
Capsula externa 129, 164.
— interna 129, 164.
— lentis 83.
Caput nuclei caudati 126, 163.
Cauda equina 110.
— nuclei caudati 126, 164.
Cavum conchae 48.
— epidurale 190.
— Meckeli 189.
— septi pellucidi 127, 169, 171.
— subarachnoideale 192.
— subdurale 190.
— tympani 34, 55.
Cellulae mastoideae 60.
— petrosae 60.
— pneumaticae tubariae 60.
— squamosae 60.
— tympanicae 55, 60.
Centrum semiovale 125.
Cerebellum 123, 124, 127, 131, 149.
— corpus medullare 134.
— gyri et sulci 131.
— laminae medullares 134.
Cerebrum 152.
Cerumen 11.
Cervix columnae posterioris 111.
Chalazion 100.
Chiasma opticum 124, 158, 160.
Chorioidea 65, 69, 70.
Cilia 11, 96.
Ciliarfortsätze 72.
Ciliarkörper 65, 69, 71.
Cingulum 179.
Cisternae subarachnoideales 192.
Clarkesche Säulen 114.
Claustrum 129, 164, 177.
Clava 130.
Clavus 21.
Cochlea 37, 38.
Colliculus facialis 136.
— inferior 153.
— superior 153.
Coloboma iridis 75.
Columna anterior 111.
— fornicis 170.
— lateralis 111.
— posterior 111.
— vesicularis 112.
Comedo 22.
Commissura anterior 111, 127, 169, 179.
— — alba 111.
— — cerebri 169.
Commissura anterior grisea 111.
— habenularum 158.
— hippocampi 170.
— inferior (Guddeni) 161, 179.
Commissurae medullae spinalis 110.
— posterior 127.
— — cerebri 157, 179.
— superior (Meynerti) 161, 179.
Concha auriculae 47.
Conjunctiva 95, 97.
Conjunctivalsack 97.
Conus medullaris 109.
Corium 5.
Cornea 65, 66.
— propria 67.
Cornu ammonis 172.
— anterius 111.
— cutaneum 21.
— posterius 111.
Corona ciliaris 71.
— radiata 178.
Corpus adiposum orbitae 64, 93.
— callosum 123, 169, 179.
— capillare 6.
— ciliare 65, 69, 71.
Corpora geniculata 157.
— mamillaria 124.
Corpus medullare cerebelli 149.
— pineale 126, 128, 158.
Corpora quadrigemina 123, 127, 153.
— restiformia 127.
Corpus restiforme 130.
— striatum 126, 162, 163.
— trapezoideum 142.
— unguis 17.
— vitreum 65, 85.
Corpuscula bulboidea 27.
— lamellosa 26.
— tactus 25.
Crista ampullaris 39.
— transversa 35.
— vestibuli 36.
Crura anthelicis 47.
— fornicis 126, 170.
Crus helicis 47.
Culmen 132.
Cuneus 168.
Cupula 41.
Cutis anserina 16.
— macula 21.
Cuticula pili 14.
— vaginae 14.
Cymba 47, 48.

**D.**

Dachkern 150.
Dacryops 102.
Deckfalte 95.
Declive 132.
Decubitus 7.
Decussatio pyramidum 129.
— lemniscorum 138.
Degeneration absteigende 120.
— aufsteigende 120.
Deiterssche Zellen 44.
Descemetsche Haut 68.
Diaphragma sellae 189.
Diencephalon 157.
Digitationes hippocampi 172.
Digitus hippocraticus 19.
Dreieckige Grube 47.
Ductus cochlearis 34, 40.
— endolymphaticus 34, 38, 39.
— lacrimales 101, 102.
— nasolacrimalis 101, 103.
— reuniens (Henseni) 39, 40.
— semicirculares 34, 38, 39.
— utriculosaccularis 39.
Dura mater 187, 188.
— — encephali 188.
— — spinalis 189.
Dyspraxie 180.

**E.**

Ecke 47.
Eingeweidenerven 106.
Ekchymosen 21.
Ektropium 100.
Eleidin 8.
Elephantiasis 21.
Eminentia collateralis 172.
— conchae 49.
— fossae triangularis 49.
— medialis 135.
— pyramidalis 56.
— scaphae 49.
Emmetropie 88.
Empfindungen 29.
Encephalon 106, 120.
Endfaden 109.
Endhirn 162.
— gröbere Bauverhältnisse 162.
— innere Organisation 172.
Endolympha 34.
Epicanthus 99.
Epidermis 7.
— Anhangsgebilde 9.
Epiphora 104.
Episklerales Netz 100.
Epithalamus 157, 160.
Epithelium camerae anterioris 68.
— corneae 67.
Epithelperle 21.
Eponychium 17, 18.
Erosio 21.
Erythema 21.
Excavatio papillae nervi optici 76, 81.
Excoriatio 21.

**F.**

Falx cerebelli 188.
— cerebri 188.
Fascia bulbi 93.
— dentata 177.
— — hippocampi 170.
— subcutanea 7.
Fasciculus cuneatus 110, 130.
— — (Burdachi) 116.
— — lateralis und medialis 130.
— gracilis 110, 130.
— — (Golli) 116.
— longitudinalis inferior 179.
— — medialis 118, 146, 154.
— — superior 179.
— retroflexus Meynert 155, 161.
— uncinatus 179.
Fasciola cinerea 170.
Faserschichte, äußere 78.
Fastigium 135.
Faunenohr 51.
Fenestra cochleae 36, 37, 55.
— vestibuli 36, 55.
Fernfasern 176.
Fetthaut 6.
Fibrae arcuatae externae 130, 138.
— — internae 138.
— circulares Mülleri 72.
— meridionales Brückei 71.
— pontis complexae 148.
— — superficialis u. profunda 148.
— rectae pontis 148.
Fila lateralia pontis 131.
— radicularia 110.
Filum durae spinalis 190.
— terminale 109.
Fimbria 127, 170, 172.
Firste 135.
Fissurae 166.
— antitragohelicina 49.
Fissura calcarina 166, 168.
— chorioidea 166.
— collateralis 166, 168.
— hippocampi 166, 170.
— lateralis cerebri (Sylvii) 123, 165.
— longitudinalis cerebri 123.
— mediana anterior 110.
— parietoccipitalis 166, 168, 169.
— transversa cerebelli 124.
— — cerebri 123, 133, 153.
Fissuren 166.
Fliegende Mücken 88.
Flocculus 133.
— secundarius 134.
Flocke 133.
Flügelfeld 100.
Fistula auris congenita 51.
Folium vermis 132.
Folliculus pili 13.
Foramen caecum 129.
— centrale cochleae 35.
— diaphragmatis 189.
— interventriculare Monroi 128, 156.
Foramina nervosa 45.
Foramen opticum chorioideae 69.
— singulare 36.
Forceps 179.
Formatio reticularis 112, 154.
Fornix 126, 169, 170.
— conjunctivae 97.
Fossa anthelicis 49.
— cerebri lateralis 123, 165.
— hyaloidea 85.
— incudis 56.
— interpeduncularis 124.
— — (Tarini) 153.
— rhomboidea 127, 135.
— triangularis 47, 48.
Fossula fenestrae cochlea 55.
— — vestibuli 55.
Fovea centralis 76, 80.
— inferior 136.
— limbica 172.
— superior 136.
Foveola coccygea 7.
Frenulum veli medullaris anterioris 134.
Frontipetaler Typus 186.
Fundus sacci lacrimalis 103.
Funiculus anterior 110.
— lateralis 110.
— posterior 110.
Furchen 166.
Fuß der Brücke 131, 148.

**G.**

Ganglia 106.
Ganglien der Gehirnnerven 106.
— des Grenzstranges des Sympathikus 106.
— und Nerven, peripherische 106.
— peripherische 106.
Ganglienzellenschichte 79.
Ganglion habenulae 160, 161.
— interpedunculare 155.
— mamillare 161.
— spirale 45.
— tegmenti dorsale u. ventrale 147.
— vestibulare 143.
Gänsehaut 16.
Gefäßhaut 190.
Gefäßpapillen 6.
Gefühlsapparat 24.
Gefühlsapparate der Haut 25.
— im Innern des Körpers 28.
Gegenecke 47.
Gegenleiste 47.
Gehirn 106, 120.
Gehirnabschnitte, genauere Betrachtung der einzelnen 129.
Gehirn, Abteilungen 122.
Gehirnbasis 123.
Gehirn, Einteilung 122.
— Gefäße 184.
Gehirngrube, seitliche 165.
Gehirn, Größe und Form 121.
— Gewicht 121.
— Konsistenz 121.
— kurze Betrachtung der inneren Teile 125.
— kurze Oberflächenbetrachtung 123.
Gehirnnerven 106.
Gehirnsektion 125.
Gehirnwindungen 167.
Gehörgang, äußerer 34, 46, 47.
— innerer 35.
Gehörknöchelchen 34, 55, 57.
— Haftbänder und Muskeln 58.
— ihre Verbindungen und Muskeln 57.
Gehörlabyrinth 34.
Gehörorgan 33.
Gehörzähne 42.
Gelber Fleck 76.
Genitalnervenkörperchen 27.
Gennarischer Streifen 176.
Genu 170.
— corporis callosi 126.
— internum nervi facialis 143.
Gerstenkorn 100.
Geruchsorgan 32.
Geschmacksknospen 31.
Geschmacksorgan 30.
Geschmacksporus 31.
Geschwür 21.
Gesetz der spezifischen Energie 24.
Gesichtsnerv 125.
Gewölbe 126, 169, 170.
Gewölbeschenkel 126.
Gipfel 132.
Gitterschichte 159.
Glandulae ceruminosae 11, 51.
— ciliares (Molli) 11.
— circumanales 10.
— glomiformes 9.
— lacrimalis 101.
— sebaceae 15.
— sudoriferae 9.
— tarsales 96.
Glaskörper 65, 85.
Glaucom 82.
Gliom 120.
Globus pallidus 164.
Glomerulus 172.
Golgi-Mazzonische Körperchen 27.
Gowersches Bündel 117.
Granulationes arachnoideales (Pachioni) 194.
Gratioletsche Sehstrahlung 160.
Greisenbogen 69.
Grenzfurche 122.
Grenzstrang 107.
Großhirn 152.
Großhirngrube, seitliche 123.
Großhirnhemisphären 123.
Großhirnkommissuren und Fornix 169.
Großhirnrinde, Lokalisation in der 180.
Großhirn, Querspalt 123.
Großhirnschenkel 124, 152, 153, 154.
Grützbeutel 22.
Gyrus ambiens 163.
Gyri breves insulae 166.
Gyrus centralis anterior 167.
— — posterior 167.
Gyri cerebri 167.
Gyrus cinguli 169.
— dentatus 169.
— diagonalis rhinencephali 163.
— fornicatus 169.
— frontalis inferior 167.
Gyrus frontalis medius 167.
— — superior 167.
— fusiformis 168.
— hippocampi 168, 169.
— lingualis 168.
— longi insulae 165.
— occipitales 168.
— orbitales 167.
— rectus 167.
— semilunaris 163.
— subcallosus 163.
— supramarginalis 167.
— temporales transversi 168.
— transitivi 167.

**H.**

Haarbalg 13.
— äußere Wurzelscheide 13.
— bindegewebiger 13.
— innere Wurzelscheide 13.
Haarbalgmuskeln 16.
Haare 11, 28.
— Bau 13.
— Dicke 11.
— Einpflanzung 12.
— Ergrauen 15.
— Farbe 11.
— Form 12.
— Geschlechtsunterschiede 12.
— Rassenverschiedenheiten 12.
— Zahl 12.
Haarmark 14.
Haar, Lebensdauer 15.
— Oberhäutchen 14.
Haarpapille 13, 14.
Haarschaft 13.
Haarströme 12.
Haar, Varietäten 12.
— Wachstumsgrenze 15.
Haarwirbel 12.
Haarwurzel 13, 14.
Haarzellen 43.
Haarzwiebel 13, 14.
Habenula 126, 158.
Häkchen 38.
Hakenbündel 179.
Halsmark 109.
Hämangiome 21.
Hammer 57.
— -Amboßgelenk 58.
Hamulus laminae spiralis 38.
Haube 131, 141.
Haubenstrahlung 178.
Hautabschürfung 21.
Hautfascie 7.
Haut, Gefäße und Nerven 19.

Hauthorn 21.
Haut, Papillen 6.
— praktische Bemerkungen 20.
Hauttalg 16.
Heber des oberen Augenlides 92.
Helicotrema 38.
Helix 47, 48.
Hemiplegie 186.
Hemisphaeria cerebri 123.
Henlesche Schichte 14.
Heterotopie 186.
Hinterhauptslappen 123, 166.
Hinterhorn 111.
Hintersäule 111.
Hinterstrang 110.
Hinterstrangfeld, ventrales 117.
Hippocampus 127, 172.
Hirci 11.
Hirnanhang 124, 158.
Hirnhaut, harte, Gefäße 189.
Hirnmantel 123, 162.
Hirn- und Rückenmarkshaut, harte 187, 188.
— — — weiche 187, 190.
Hirnschenkel, Fuß 153, 155.
— Haube 153, 154.
Hirnsichel 188.
Hirnstamm 123.
Höhlengrau 159.
— ventrales 154.
Hörbahn 178.
Hordeolum 100.
Hornhaut 65.
Hörnerv 125.
Hühnerauge 21.
Humor aqueus 65, 85, 86.
Huxleysche Schichte 14.
Hydrocephalus externus 195.
— internus 187.
Hydromyelos 120.
Hyperidrosis 21.
Hyperopie 88.
Hypertrichosis lanuginosa 12.
— vera 12.
Hyphaema 89.
Hypophysis cerebri 124, 158.
Hypothalamus 157, 158, 160.

## I.

Ichthyosis 20.
Ikterus 186.
Impressio jugularis 133.
Incisura anterior 47.
— cartilaginis meatus acustici externi 48.
Incisura cerebelli anterior 131.
— — posterior 131.
— intertragica 47.
— terminalis 48.
Incus 57.
Infundibulum 124.
Insel 123, 165.
Inselpol 166.
Inselschwelle 163, 165.
Insula 123, 165.
Integumentum commune 3.
Interlamellarlücken 68.
Interzellularbrücken 7.
Interzellularlücken 8.
Intraokulärer Druck 65.
Intumescentia cervicalis 109.
— lumbalis 109.
Iridocyclitis 89.
Iris 65, 69, 72.
— Bau 73.
Iriswinkel 74.
Isthmus 48. 122,
— gyri fornicati 169.
— rhombencephali 134, 152.
— tubae 61.

## K.

Kahlköpfigkeit 22.
Kammerwasser 65, 85, 86.
Kapsel, äußere 129, 164.
— innere 129, 164.
Kegelförmiger Lichtreflex 53.
Keilstrang 110, 116, 130.
Keratin 8.
Keratohyalin 8.
Keratokonus 88.
Keratoma 21.
Kerne 136.
Kern der Haube, roter 155.
— roter 154.
Kernschichte 78.
Kernzone 83.
Keule 130.
Klappdeckel 165.
Kleinhirn 123, 124, 127, 131, 149.
— Berg 132.
— Markkern 134.
— Markleisten 134.
— Rinde 150.
Kleinhirnseitenstrangbahn 117.
Kleinhirnsichel 188.
Kleinhirn, weißer Markkern 149.
— Windungen und Furchen 131.
Kleinhirnzelt 188.
Kleinhirn, Zünglein 132.
Kletterfasern 150.
Knäueldrüsen 9.
Knie 170.
Kniehöcker 157.
Knorpelhaken 61.
Knötchen 133.
Kolbenkörperchen 27.
Kommissuren 183.
Kommissurenzellen 115.
Kopfhaare, Länge 11.
Korbzellen 150.
Kristallinse 82.
Kugelkern 150.
Kuppelblindsack 40.
Kuppelraum 59.
Kurzhaare 11.
Kurzsichtigkeit 88.

## L.

Labium tympanicum 42.
— vestibulare 42.
Labyrinth, feinerer Bau 40.
— Gefäße 45.
— häutiges 35, 38.
— knöchernes 35, 36.
Labyrinthus membranaceus 35, 38.
— osseus 35, 36.
Lacrimae 102.
Lacus lacrimalis 95.
Lagophthalmus 88, 100.
Lamina affixa 193.
— basalis 151.
— — chorioideae 70, 71.
— basilaris 40, 42.
— choriocapillaris 70, 71.
— chorioidea epithelialis 130, 135.
— cribrosa 66.
— elastica anterior corneae 67.
— medullaris circumvoluta 177.
— — interna 159.
— quadrigemina 127, 153.
— rostralis 170, 179.
— septi pellucidi 171.
— spiralis 37.
— — secundaria 37.
— suprachorioidea 70.
— terminalis 124, 128, 158, 162.
— vasculosa chorioideae 70, 71.
Langhaare 11.
Längsbündel, mediales 146.

Längsbündel, oberes 179.
— unteres 179.
Lappen, halbmondförmige obere 132.
— — untere 133.
— ringförmiger 165, 166.
— vierseitiger 132.
— zweibäuchiger 133.
Laqueus 138.
Lederhaut 5.
Leitungsbahnen, Kurze Übersicht 182.
Leitung, zentrifugale 23, 183.
— zentripetale 22.
Lemniscus 138, 147, 154.
— lateralis (acusticus) 147.
— medialis (sensitivus) 147.
Lendenmark 109.
Lens crystallina 65, 82.
Leptomeningitis 195.
Leptomeninx 187, 190.
Leukoma 88.
Leukomyelitis 120.
Lid, Orbitalteil 95.
Lidplatten 96.
Lidränder 96.
Lidspalte 95.
Lidspaltenfleck 99.
Lid, Tarsalteil 95.
Lidwinkel 95.
Ligamentum anulare baseos stapedis 58.
— caudale 7.
— denticulatum 191.
— incudis posterius 58.
— — superius 58.
— mallei anterius 58.
— — laterale 58.
— — superius 58.
— pectinatum iridis 74.
— spirale 42.
Limbus corneae 66.
— laminae spiralis 42.
— palpebrae anterior 96.
— — posterior 96.
Limen insulae 163, 165.
Lingula cerebelli 132.
Linse 65.
— Kern 83.
— Nähte 84.
Linsenepithel 83.
Linsenfasern 83.
Linsenkapsel 83.
Linsenkern 164.
Linsensubstanz 83.
Linse, Rindensubstanz 83.
Liquor cerebrospinalis 109.
Lobulus auriculae 47.
— biventer 133.
— centralis 132.
— paracentralis 168.
— parietalis superior u. inferior 167.
— quadrangularis 132.
Lobuli semilunares inferiores 133.
— — superiores 132.
Lobus frontalis 123, 166.
— occipitalis 123, 166.
— olfactorius 152.
— parietalis 123.
— temporalis 123, 166.
Locus caeruleus 136.
Lunula 17.
Lymphangiome 21.

## M.

Macula acustica 41.
— — sacculi 40.
— cribrosae 36.
— lutea 76, 80.
Makrotie 51.
Malleus 57.
Mandelkern 164.
Mandeln 133.
Mantelkante 166.
Mantelteil des Endhirns 164.
Margo ciliaris iridis 72.
— pupillaris iridis 72.
Markkern der Großhirnhemisphären 178.
Marksegel, vorderes 123, 127, 134, 152.
Markstrahlen 175.
Mark, verlängertes 123, 124, 129.
— — innere Organisation 137.
Massa intermedia 127, 157.
Meatus acusticus externus 34, 46, 47.
— — internus 35.
— — — Fundus 35.
Medulla oblongata 123, 124, 129.
— spinalis 106, 109.
Membrana elastica posterior corneae 68.
— flaccida 53.
— limitans acustica 41.
— — externa 80.
— — interna 79.
— — olfactoria 33.
Membrana obturatoria stapedis 58.
— reticularis 44.
— tectoria 44.
— tympani 34, 52.
— — Lamina propria 53.
— — Pars tensa 52.
— — secundaria 55.
— — stratum cutaneum 54.
— — — mucosum 54.
— vestibularis 40, 42.
Meninges 187.
Meningitis 195.
Mesencephalon 152.
Metathalamus 157, 159.
Mikrotie 51.
Milium 22.
Mitesser 22.
Mittelhirn 152.
— innere Organisation 154.
Mittelohr 34.
— Gefäße und Nerven 62.
— pneumatische Nebenräume 60.
— praktische Bemerkungen 63.
Mittleres Ohr 55.
Modiolus 37.
Mollsche Drüsen 97.
Molluscum 21.
— contagiosum 20.
Monoplegie 187.
Monticulus 132.
Moosfasern 151.
Musculus antitragicus 50.
— ciliaris 71.
— dilatator papillae 73.
— helicis major 50.
— — minor 50.
— levator palpebrae superioris 92.
— obliquus auriculae 50.
— — inferior 91, 92.
— — superior 91, 92.
— oculi 64, 91.
— orbitalis 94.
— recti oculi 91.
— sphincter pupillae 73.
— stapedius 59.
— tarsalis inferior 94.
— — superior 94.
— tensor tympani 58.
— tragicus 50.
— transversus auriculae 50.
Muskelspindeln 28.
Muttermäler 21.
Myelitis 210.
Myopie 88.

**N.**

Naevi 21.
Nägel 16.
Nagelbett 17.
Nagelblüter 19.
Nagel, eingewachsener 22.
Nagelfalz 17.
Nagelfeld 17.
Nagelkörper 17.
Nagelsaum 17.
Nagelwall 17.
Nagelwurzel 17.
Nebenoliven 139.
Neopallium 172.
Nerv, dreigeteilter 125.
— herumschweifender 125.
Nervenapparat, somatischer 115.
— viszeraler 115.
Nervenbahnen, Verfolgung 107.
Nerven, cerebrospinale 106.
Nervenfaserschichte 79.
Nerven, gemischte 106.
Nervenkerne des verlängerten Markes 139.
Nervenknoten 106.
Nervenlehre 104.
— Allgemeines 104.
Nerven, peripherische 105.
Nervensystem, Aufbau im allgemeinen 105.
Nervenwurzel 110.
Nerven, zentrifugale 105.
— zentripetale 105.
Nervus abducens 125.
— accessorius 125.
— acusticus 125.
— cerebrales 106.
— facialis 125.
— glossopharyngeus 125.
— hypoglossus 125.
— intermedius 125, 143.
— oculomotorius 125.
— olfactorius 125.
— opticus 64, 80, 125.
— — Intervaginalräume 81.
— spinales 106.
— sympathici 106.
— trigeminus 125.
— trochlearis 125.
— vagus 125.
Netzhaut 65, 75, 76.
Netzhautablösung 90.
Netzhaut, Ciliarteil 65.
— Gehirnschichte 76.
— Sinnesepithelschichte 76.
Neuroglia des Großhirns 180.
Noduli lymphatici conjunctivae 98.
Nodulus 133.
Normalsichtigkeit 88.
Nuclei 136.
Nucleus ambiguus 140.
— amygdalae 164.
— anterior thalami 159.
— arcuatus 138.
— caudatus 126, 163.
— colliculi inferioris 154.
Nuclei corporis mamillaris 160.
Nucleus corporis trapezoidei 143.
— dentatus cerebelli 150.
— emboliformis 150.
— fasciculi cuneati 138.
— — gracilis 138.
— — longitudinalis medialis 146.
— fastigii 150.
— globosus 150.
— hypothalamicus 160.
— intercalatus 140.
— lateralis 139.
— — thalami 159.
Nuclei lemnisci lateralis 142, 147.
— lentiformis 164.
— lentis 83.
— medialis thalami 159.
— motorius tegmenti 148.
— nervi abducentis 144.
— — accessorii 140.
— — acustici 141.
— — facialis 143.
— — hypoglossi 139.
— — oculomotorii 145.
— — trigemini 144.
— — trochlearis 145.
— — vagi et glossopharyngei 140.
— — vestibularis dorsalis 143.
— — — lateralis (Deiterscher Kern) 143.
— — — spinalis 143.
— — — superior (Bechterewscher Kern) 143.
— olivaris accessorius dorsalis 139.
— — — medialis 139.
— — inferior 138.
— paramedianus 140.
— pontis 148.
Nucleus raphes 147.
— reticularis lateralis 148.
— — medialis 148.
— ruber tegmenti 154.
Nucleus sensibilis n. trigemini 144.
— spinalis n. trigemini 144.
— ventralis nervi cochlearis 142.
— — thalami 159.
Nystagmus 93.

**O.**

Oberhaut 7.
— Keimschichte 7.
— Zwischenschichte 8.
Oberwurm 127.
Obex 135.
Occipitallappen 168.
Occipitaler Typus 186.
Ohr, äußeres 34, 46.
— — Gefäße und Nerven 50.
— empfindender Teil 35.
Ohrenschmalzdrüsen 11, 51.
Ohrenschmalzpfröpfe 52.
Ohr, inneres 35.
— — praktische Bemerkungen 46.
Ohrläppchen 47.
Ohrleiste 47.
Ohrmuschel 34, 46, 47.
— Bänder 49.
— Muskeln 49.
Ohr, schalleitender Teil 46.
Ohrtrompete 34, 55, 61.
— Schleimhaut 61.
Oliva 130.
— Hilus 138.
Olive 130.
Operculum 165.
Ora serrata 75, 76, 80.
Orbiculus ciliaris 71.
Organon auditus 33.
— gustus 30.
— olfactus 32.
— spirale 40.
— — (Cortii) 42.
— tactus 24.
— visus 64.
— vomero-nasale (Jacobsoni) 33.
Ossicula auditus 34, 55, 57.
Ostium pharyngeum tubae 61.
Othämatom 52.
Otoconia 41.
Otolithen 41.

P.

Pachymeningitis 195.
Pachymeninx 187.
Pallium 123, 162.
Palpebrae 64, 95.
Panniculus adiposus 6.
Panophthalmie 89.
Papel 21.
Papillae lacrimales 102.
Papilla nervi optici 80.
— optica 76.
— pili 13.
Papillarkörper 6.
Papillomakularbündel 81.
Papulae 20.
Parietallappen 167.
Paronychia 22.
Pars basilaris pontis 148.
— ciliaris retinae 65, 75, 80.
— iridica retinae 75.
— libera columnae fornicis 170.
— mamillaris hypothalami 158.
— opercularis 167.
— optica hypothalami 158.
— — retinae 75.
— orbitalis 167.
— tecta columnae fornicis 170.
— triangularis 167.
Paukenhöhle, Schleimhaut 34, 55, 59.
Pedunculi cerebri 124, 152, 153.
Pedunculus flocculi 133.
— mamillaris 161.
Peridym 113.
Perilympha 34, 35.
Pes pontis 131, 148.
Petechien 21.
Pferdeschweif 110.
Pfropfkern 150.
Phalangen 44.
Pia mater 190.
Pigmentepithel 75.
Pili 11.
Pinguecula 99.
Plexus 107.
— chorioidei 126, 192.
— gangliosus ciliaris 74.
Plicae ciliares 72.
— incudis 60.
— lacrimalis 103.
— malleolaris externa anterior und posterior 53.
— stapedis 60.
Poliomyelitis 120.
Polster 126, 157.
Polus occipitalis 168.
— temporalis 168.
Pons 123.
— (Varoli) 124, 130.
— Fasciculus obliquus 131.
— Sulcus basilaris 130.
Ponticulus auris 49.
Porus acusticus internus 35.
Praecuneus 168.
Processus ciliares 71, 72.
— cochleariformis 56.
— lenticularis 58.
Projektionsfelder 180.
Prominentia canalis facialis 56.
— — semicircularis lateralis 56.
— malleolaris 53.
— spiralis 42.
— styloidea 56.
Promontorium 55.
Prosencephalon 123, 156.
Prussakscher Raum 59.
Pterygium 100.
Pulvinar 125, 157.
Puncta lacrimalia 102.
Pupilla 65, 69, 72.
Purkinjesche Zellen 150.
Purpuraflecken 21.
Pubes 11.
Pustel 21.
Pustula 21.
Putamen 164.
Pyramide 129, 133.
Pyramidenbahn 118, 137, 178.
Pyramidenkreuzung 129.
Pyramis 129.
— cerebelli 133.
— vestibuli 36.

Q.

Quaddel 21.

R.

Radiatio corporis callosi 179.
— striothalamica 174.
— thalami 161.
Radix nervi 110.
— pili 13.
— unguis 17.
Randschlingennetz 68.
Randzone 111.
Raum, epiduraler 190.
Rautengrube 127, 135.
Rautenhirn 123, 129.
— Decke 149.
— gröbere Bauverhältnisse 129.
Rautenhirn, innere Organisation 136.
Recessus anterior 153.
— cochlearis 36.
— ellipticus 36.
— epitympanicus 59.
— infundibuli 159.
— lateralis 135.
— membranae tympani anterior 60.
— — — posterior 60.
— — — superior 59.
— opticus 128, 159.
— pinealis 159.
— posterior 153.
— sphaericus 36.
— suprapinealis 159.
— triangularis 159.
Reflexbogen 115.
Regenbogenhaut 65, 69, 72.
Regio striata 181.
Retina 65, 76.
— Stützsubstanz 79.
Retinacula 17.
— cutis 7.
Rhinencephalon 162.
Rhodopsin 75.
Rhombencephalon 123, 129.
Riechbündel, basales 174.
Riechhirn 162.
Riechkolben 163.
Riechlappen 162.
Riechnerv 125.
Riechstreifen 124, 163.
Riegel 135.
Rima cornealis 66.
— palpebrarum 95.
Rinde des Mantelteils 174.
Rindensubstanz des Kleinhirns 149.
Ringwulst 52.
Rollnerv des Auges 125.
Roseola 21.
Rostrum 170.
Rückenmark 106, 109.
— ableitende Bahnen 118.
— Bau 110.
— Gefäße 119.
— graue Substanz 111.
— Kommissuren 110.
— Kommissur hintere 111.
— — vordere 111.
— kurze Assoziationsbahnen 119.
— Neurogliagerüst 113.
Rückenmarksnerven 106.
Rückenmark, vordere u. hintere Seitenfurche 110.

Rückenmark, weiße Substanz 112.
— Wurzeln u. Leitungsbahnen 113.
— zuleitende Bahnen 116.
Ruffinische Körperchen 27.

S.

Saccus endolymphaticus 40.
— lacrimalis 103.
Sacculus 34, 38, 39.
Säckchen 34.
— ovales 38, 39.
— rundes 38, 39.
Säckchen und Bogengänge, feinerer Bau 40.
Scala tympani 37.
— vestibuli 37.
Scapha 47.
Scapus 13.
Schale 164.
Scheidencuticula 14.
Scheitellappen 123.
Schichte, retikuläre, äußere 78.
— — innere 78.
Schielen 93.
Schläfenlappen 123, 166.
Schleife 138, 147, 154.
Schleifenkreuzung 138.
Schlußplatte 124, 158, 162.
Schmeckbecher 31.
Schnabel 170.
Schnecke 38, 42.
— knöcherne 37.
Schneckenfenster 36, 55.
Schneckengang 34, 40.
Schneckenloch 38.
Schreibgriffel 130.
Schultzesches Komma 114, 117.
Schuppen 20.
Schwanzkern 126, 163.
Schweißdrüsen 9.
Schwielen 21.
Sclera 65, 66.
Seborrhöe 22, 100.
Sebum 16.
— palpebrale 96.
Seepferdfuß 127, 172.
Sehapparat, glatte Muskeln 94.
Sehhügel 126, 157.
Sehloch 65, 69, 72.
Sehnenspindeln 28.
Sehnerv 64, 125.
Sehnerveneintritt 76.
Sehnervenkreuzung 124.
Sehorgan 64.
Sehrot 75.
Sehstrahlung 178.
Sehstreifen 124.
Seitensäule 111.
Seitenstrang 110.
Seitenstranggrundbündel 119.
Seitenventrikel 126, 127, 162, 171.
Septum intermedium 191.
— orbitale 93.
— pellucidum 127, 169, 171.
— posticum 191.
Sinnesepithelien 24.
Sinnesorgane 22.
— höhere 30.
Sinus tympani 55.
— venosus sclerae 74.
Skelett des Gehörganges 48.
Solum unguis 17.
Spatium interfasciale 93.
— perichorioideale 70.
Spina helicis 48.
Spinalganglion 106.
Spindel 37.
Spinnwebenhaut 190.
Splenium 170.
Splenium corporis callosi 126.
Sprachzentrum, akustisches 181.
— motorisches 181.
— optisches 181.
Squamae 20.
Stäbchenkern 78.
Stäbchen- und Zapfenschichte 77.
Stabkranz 178.
Stammganglien 162.
Stammteil des Endhirns 162.
— der Hemisphäre 162.
Stapes 57.
Star 90.
Stauungspapille 90.
Steigbügel 57.
Stirnlappen 123, 166, 167.
Strabismus 93.
Strahlenbändchen 84.
Stratum album profundum 154.
— corneum 8.
— fibrosum 53.
— germinativum 7.
— granulosum 8.
— griseum centrale 154.
— — colliculi superioris 154.
— intermedium 8.
— lucidum 8, 177.
— pigmenti iridis 73.
Stratum pigmenti retinae 75.
— reticulare 159.
— zonale 154, 159, 160.
Stria intermedia 163.
— lateralis 163.
— longitudinales 126.
— — laterales 170.
— — mediales 170.
— malleolaris 53.
— medialis 163.
— medullares 136.
— medullaris 126, 157.
— terminalis 126, 157.
— transversae 126.
— vascularis 42.
Streifenhügel 162, 163, 174.
Streifenkörper 126.
Strickkörper 127, 130.
Stützfasern 79.
Stütz- und Haarzellen 41.
Stützzellen 44.
Subarachnoidealraum 192.
Subiculum 177.
— promontorii 55.
Substantia corticalis 83.
— — cerebelli 149.
— gelatinosa centralis 111.
— — posterior 111.
— grisea centralis 159.
— nigra 154.
— perforata anterior 124, 163.
— — posterior 124, 153.
— reticularis 147.
— — alba (Arnoldi) 169.
— — alba et grisea 139.
Substanz, gelatinöse 106.
— graue 106.
— weiße 106.
Sugillatio 21.
Sulci 166.
Sulci temporales 168.
Sulcus ampullaris 39.
— anthelicis transversus 49.
— auriculae posterior 47.
— centralis 166.
— — Rolandi 167.
— — insulae 165.
— cinguli 168.
— circularis Reili 165.
— corporis callosi 169, 170.
— cruris helicis 49.
— frontalis inferior 167.
— — medius 167.
— — superior 167.
— horizontalis cerebelli 132.
— hypothalamicus 157.
— intermedius posterior 110.
— interparietalis 167.

Sulcus lateralis anterior 110.
— — posterior 110.
— — anterior medullae oblongatae 130.
— — posterior medullae oblongatae 130.
— — mesencephali 134.
— limitans 122.
— — fossae rhomboideae 135.
— longitudinalis medianus 135.
— medianus posterior 110.
— nervi oculomotorii 153.
Sulci occipitales 168.
Sulcus olfactorius 167.
— parietalis transversus 167.
— parolfactorius anterior 163.
— — posterior 162, 163.
— praecentralis 167.
— retrocentralis 167, 168.
— sclerae 64.
— spiralis 42.
— subparietalis 168.
— unguis 17.
Supercilia 11.
Supercilium 95.
Sycosis 22.
Sylvische Spalte 123, 165.
Synchisis 91.
Synechie, hintere 89.
— vordere 89.
Systema nervorum centrale 108.
System, animalisches 104.

## T.

Tabes doraslis 120.
Taenia chorioidea 193.
— chorioidei 126.
— fimbriae 193.
— fornicis 193.
— thalami 193.
— ventriculi quarti 135.
Talgdrüsen 15.
Tapetum 75, 179.
Tarsaldrüsen 96.
Tarsi 96.
Tastmeniskus 25.
Tastpapillen 6.
Tastzellen 25.
Tätowierung 21.
Tegmentum 131, 141.
— pedunculi 153.
— ventriculi quarti 135.
Tela chorioidea ventriculi quarti 135.
— subcutanea 6.
Telae chorioideae 192.
Telencephalon 162.
Temporallappen 168.
Tenonsche Kapsel 93.
Tentorium cerebelli 188.
Thalamus 126, 157, 159.
Tonsillae cerebelli 133.
Totalfurchen 166.
Trachom 100.
Tractus anterior 119.
— bulbothalamicus 138, 147, 155, 161.
— bulbotectalis 155.
— cerebellospinalis 118.
— tegmentalis 155.
— cervicolumbalis medialis 118.
— corticobulbaris 155.
— corticospinalis 118, 155.
— — anterior 118.
— — lateralis 118.
— fastigiobulbaris 148.
— lateralis proprius 119.
— mamillothalamicus 161.
— olfactorius 124, 163, 173.
— olivo-cerebellaris 139.
— — -spinalis 139.
— opticus 124, 158, 160.
— — Radix medialis u. lateralis 160.
— rubrospinalis 118, 148, 155.
— solitarius 141.
— spinalis nervi trigemini 145.
— spinocerebellaris dorsalis 117.
— — ventralis 117.
— spinoolivaris 118.
— spinotectalis 117, 156.
— spinothalamicus 117, 147, 155, 161.
— spiralis foraminosus 35.
— tectobulbaris 148, 156.
— — -pontinus 148, 156.
— — -spinalis 119, 148, 156.
— tegmentomamillaris 161.
— thalamoolivaris 139.
— vestibulospinalis 118.
Tragi 11.
Tragus 47, 48.
Tränen 102.
Tränenapparat 64, 101.
Tränendrüse 101.
Tränengang 103.
Tränennasengang 101, 103.
Tränenpapillen 102.
Tränenpunkte 102.
Tränenröhrchen 101, 102.
Tränensack 103.
Tränenschlauch, Klappen 104.
Tränensee 95.
Tränenträufeln 104.
Tränenwege 102.
Trichiasis 100.
Trichter 124.
Trigonum collaterale 172.
— habenulae 158.
— lemnisci 134.
— nervi hypoglossi 135.
— olfactorium 124, 163.
Trommelfell 34, 52.
— praktische Bemerkungen 54.
Trommelfelltasche, hintere und vordere 60.
Truncus cerebri 123.
— sympathicus 107.
Tuba auditiva 34, 55, 61.
Tuber cinereum 124, 128.
Tuber vermis 133.
Tuberculum acusticum 136.
— — nervi cochlearis 142.
— anterius 157.
— auriculae Darwini 49.
— cinereum 130.
— cuneatum 130.
— supratragicum 47.
Tunica conjunctiva bulbi 97.
— — palpebrarum 97.
— fibrosa oculi 65.
— nervosa oculi 75.
— vasculosa oculi 69.

## U.

Ulcus 21.
Umbo 53.
Unguis 16.
— Margo liber 17.
— — occultus 17.
Uncus gyri hippocampi 169.
Unterhautbindegewebe 6.
Unterwurm 127.
Urämie 186.
Urtica 21.
Utriculus 34, 38.
Uvula cerebelli 133.

## V.

Vallum unguis 17.
Vas spirale 42.
Vater-Pacinische Lamellenkörperchen 26.
Velum medullare anterius 123, 125, 127, 134, 135.
— — posterius 133.

Vena spiralis modioli 46.
Ventriculi laterales 126, 162, 171.
— quartus 134.
— terminalis 110.
— tertius 126, 158.
Ventrikel, dritter 126, 158.
Ventrikelsystem 108.
Ventrikel, vierter 134.
Vermis 124.
— inferior 127.
— superior 127.
Verrucae 20.
Vesicula 21.
Viae lacrimales 102.
Vibrissae 11.
Vicq'Azyrscher Streifen 176.
Vierhügel 123, 127, 153.
Vierhügelplatte 127.
Vinculum lingulae 132.
Vogelklaue 171.
Vorderhirn 123, 156.
Vorderhorn 111.
Vordersäule 111.
Vorderstrang 110.
Vorderstranggrundbündel 119.
Vorhofsblindsack 40.
Vorhofsfenster 36, 55.
Vormauer 129, 164, 177.
Vortices 12.

## W.

Wangenlidfurche 95.
Warzen 20.
Wasserkopf 187.
Weiße Haut 65.
Weitsichtigkeit 88.
Wipfelblatt 132.
Wollhaare 11.
Wollustkörperchen 27.
Wulst 170.
Wulst des Wurmes 133.
Wurm 124.
Wurzelfäden 110.

## Z.

Zange 179.
Zapfenkern 78.
Zäpfchen 133.
Zarter Strang 110, 116, 130.
Zellen, horizontale 79.
— pararetikuläre 79.
Zentralfurche 167.
Zentralgrube 76.
Zentralkanal 108, 110.
Zentralläppchen 132.
Zentralnervensystem 105, 108.
Zentralorgan 105.
— Hüllen 187.
Zentralorgane, nervöse 108.
Zentrum der Geruchsempfindung 181.
— — Geschmacksempfindung 181.
— — Gesichtsempfindung 181.
— motorisches 181.
— für Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindung 181.
— Wernickesches 181.
Zirbeldrüse 126, 128, 158.
Zirbelstiel 126, 158.
Zisternen 192.
Zona spongiosa 111.
— terminalis 111.
Zonula ciliaris 84.
Zungenfleischnerv 125.
Zungenschlundkopfnerv 125.
Zwinge 179.
Zwischenhirn 157.
— innere Organisation 159.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Die Anatomie des Menschen.

## Mit Hinweisen auf die ärztliche Praxis.

Von Professor Dr. **Friedrich Merkel** in Göttingen.

I. Abteilung: **Allgemeine Gewebelehre:** 1. Zelle, 2. Gewebe.
**Grundzüge der Entwicklungslehre:** 1. Geschlechtszellen, 2. Befruchtung, 3. Entwicklung.

Mit 251 Abbildungen im Text. Preis gebunden **Mk. 8.—.**

II. Abteilung: **Skelettlehre, Passiver Bewegungsapparat, Knochen und Bänder.**

Textband **Mk. 6.—** und Atlas mit 281 Abbildungen gebunden **Mk. 6.—.**

III. Abteilung: **Muskellehre, Aktiver Bewegungsapparat.**

Textband geb. **Mk. 5.—** und Atlas mit 136 Abbildungen geb. **Mk. 5.—.**

IV. Abteilung: **Eingeweidelehre.**

Textband geb. **Mk. 7.—** und Atlas mit 334 Abbildungen geb. **Mk. 10.—.**

V. Abteilung: **Haut, Sinnesorgane und nervöse Zentralorgane.**

Textband und Atlas.

Die in Vorbereitung befindliche Schluß-Abteilung wird enthalten:

VI. Abteilung: **Herz nebst peripheren Nerven und Gefäßen.**

**Jeder Teil ist einzeln käuflich.**

### Aus Besprechungen:

Bei dem heute bestehenden notorischen Mangel eines auf dem Boden der neuen Forschung fußenden und doch nicht zu umfangreichen Anatomielehrbuches ist das Unternehmen des Göttinger Anatomen freudig zu begrüßen. In kurzer prägnanter Form sind in dem vorliegenden ersten Teile die Elemente der Histologie und Entwicklungslehre dargestellt. Der Abschnitt über Entwicklungslehre hat dadurch ein besonderes Gewand erhalten, daß nicht die Ausbildung der einzelnen Organe als Einteilungsprinzip gilt, sondern die Organisation der aufeinanderfolgenden Altersstufen der Embryonen geschildert wird. Dadurch ist eine wertvolle Ergänzung der Lehrmittel für die Embryologie gegeben. Das Buch kann dann dem Studierenden zum Unterricht warm empfohlen werden. *Münch. med. Wochenschrift.*

Das Werk, dessen erster Teil vorliegt, will dem Mediziner dienen, es ist daher bestrebt, die für diesen wichtigen anatomischen Tatsachen in das rechte Licht zu rücken und auf die für die ärztliche Praxis in Betracht kommenden Seiten aufmerksam zu machen. . . .

Die Darstellung ist, wie wir das von Merkel längst kennen, eine außerordentlich klare und fesselnde, für den Lernenden ganz vortreffliche. Ebenso sind die Bilder ausgezeichnet, sehr viele bringen neue Ansichten.

*Anatomischer Anzeiger.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch
der
# Lokalanästhesie
## für Studierende und Ärzte.

Von

Professor Dr. **Georg Hirschel,** Heidelberg.

**Zweite Auflage.**

Mit 103 Abbildungen im Text.

**Preis gebunden Mk. 5.80.**

---

Aus Besprechungen.

Entsprechend dem großen Fortschritte der Lokalanästhesie in den letzten Jahren ist der Wunsch berechtigt, in knapper Form das zur Anwendung der Lokalanästhesie unbedingt Notwendige zusammenzustellen. — In dem allgemeinen Teil bringt Hirschel zunächst in sehr übersichtlicher Weise einen kurzen historischen Überblick, der alles für die Praxis Wesentliche in chronologischem Zusammenhange bringt und die ganze Entwicklung der Lokalanästhesie in ihrem inneren Zusammenhange gut skizziert. — In dem speziellen Teile werden systematisch die einzelnen Körperteile berücksichtigt, was die sehr guten plastischen Abbildungen in dankenswerter Weise unterstützen. Besonderer Wert ist auf genaue anatomische Beschreibung der Nervenbahnen gelegt, auf deren Kenntnis sich ja in erster Linie das gute Gelingen einer Lokalanästhesie aufbauen wird, daneben sind Übersichtstabellen über die Nerven in den einzelnen Operationsgebieten aufgestellt worden. Das Buch verdient weitgehende Verbreitung.

*Zeitschr. f. Laryng., Rhin. u. ihre Grenzgeb.*

---

# Normale und abnorme Entwicklung des Menschen.

## Ein Hand- und Lehrbuch der Ontogenie und Teratologie

speziell für praktische Ärzte und Studierende der Medizin.

Bearbeitet von

Professor Dr. med. **Ivar Broman,** Lund.

Mit 642 Abbildungen im Text und 8 Tafeln.

*Preis gebunden Mk. 18.65.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch der Zahnheilkunde.

Von

Prof. Dr. **Port**
Direktor des zahnärztlichen Instituts an der Universität Heidelberg.

und

Prof. Dr. **Euler**
Vorstand des zahnärztlichen Instituts an der Universität Erlangen.

Mit sechshundertsechs, teils farbigen Abbildungen.

*Preis gebunden Mk. 20.—.*

---

# Methoden zur Mikrobestimmung einiger Blutbestandteile.

Von

**Ivar Bang,**

o. Professor der physiologischen und medizinischen Chemie an der Universität Lund.

*Mit 4 Abbildungen im Text. — Preis Mk. 3.—.*

Aus dem Inhalt:

Das allgemeine Verfahren. — Die Mikrobestimmung der Chloride. — Die Mikrobestimmung des Extraktivstickstoffes. — Die Mikro-Kjeldahlmethode. — Die Bestimmung des Reststickstoffes im Blute. — Die Mikrobestimmung des Harnstoffes. — Die Mikrobestimmung des Gesamteiweißes. — Die Mikrobestimmung des Blutzuckers. — Die Mikrobestimmung des Blutfettes. — Die Mikrobestimmung des Fettes. — Die Bestimmung des Fettes im Blute. — Die Bestimmung der Trockenmasse im Blute.

---

# Grundzüge
der
# Physikalischen Chemie
in ihrer
# Beziehung zur Biologie.

Von

**S. G. Hedin,**

Professor der medizinischen und physiologischen Chemie an der Universität Upsala.

*Preis Mk. 6.—, geb. Mk. 7.20.*

---

## Lehrbuch
der
# Physiologischen Chemie

unter Mitwirkung von Professor Dr. **S. G. Hedin** in Upsala.

Herausgegeben von

Professor Dr. **Olof Hammarsten,** Upsala.

Achte, völlig umgearbeitete Auflage.

*Preis Mk. 24.—. Gebunden Mk. 26.40.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

## Verhandlungen
## der ausserordentlichen Tagung
des
# Deutschen Kongresses für Innere Medizin in Warschau
**am 1. und 2. Mai 1916.**

Herausgegeben von

**W. His,** Vorsitzendem des Kongresses. und **W. Weintraud,** Geschäftsführer des Kongresses.

**Preis Mk. 10.—.**

---

## Kriegsseuchen und Kriegskrankheiten.

**Hoffmann,** Schutz des Heeres gegen Cholera.
**Wenckebach,** Über Herzerkrankungen bei Kriegsteilnehmern.
**Brauer,** Über das Fleckfieber.
**Jürgens,** Epidemiologie des Fleckfiebers.
**Hase,** Die Biologie der Kleiderlaus.
**Krehl,** Der Abdominaltyphus im Kriege.
**Hünermann,** Über Typhusschutzimpfung.
**Stintzing,** Paratyphus.
**Matthes und Kruse,** Über die Ruhr.
**Hirsch,** Nierenentzündungen im Felde.

Berichte und Aussprache.

---

# Über Ernährungsfragen im Kriege

Von

Dr. **Julius Arnold,**
Assistenzarzt der Landw. I
Spezialarzt für innere und Stoffwechsel-Krankheiten in Wiesbaden.

**Preis Mk. —.80.**

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Grundzüge
der
# Psychologie für Mediziner.

Von

Dr. **Heinrich Kahane.**

*Preis Mk. 9.—, geb. Mk. 10.—.*

---

# Die operative Geburtshilfe
## der Praxis und Klinik.

In zweiundzwanzig Vorträgen

von

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Hermann Fehling** in Straßburg.

**Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage.**

Mit 80 Abbildungen.

*Preis gebunden Mk. 5.—.*

---

# Das Erwachen des Geschlechtsbewußtseins und seine Anomalien.
## Eine psychologisch-psychiatrische Studie.

Von

Dr. med. **L. M. Kötscher** in Hubertusburg.

*Preis Mk. 2.—.*

---

# Einführung in die Dermatologie.

Von

Prof. Dr. **S. Bettmann,**

Direktor der Universitäts-Hautklinik in Heidelberg.

Inhalt:

I. Zur normalen und pathologischen Anatomie der Haut. II. Zur Physiologie der Haut. III. Die Diagnostik der Hautkrankheiten. IV. Die Ätiologie der Hautkrankheiten. V. Die praktische Bedeutung der Hautkrankheiten.

*Preis Mk. 6.—, gebunden Mk. 7.—.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Handbuch der Frauenheilkunde

## für Ärzte und Studierende.

Bearbeitet von

Prof. Dr. **Amann**-München, Prof. Dr. **Baisch**-Stuttgart, Prof. Dr. **Beuttner**-Genf, Prof. Dr. **v. Franqué**-Bonn, Prof. Dr. **Füth**-Köln, Prof. Dr. **Halban**-Wien, Priv.-Doz. Dr. **Jaschke**-Gießen, Prof. Dr. **Jung**-Göttingen, Prof. Dr. **Knauer**-Graz, Geh. Hofrat Prof. Dr. **Menge**-Heidelberg, Prof. Dr. **Opitz**-Gießen, Prof. Dr. **Pankow**-Düsseldorf, Prof. Dr. **Schröder**-Dortmund, Prof. Dr. **Sellheim**-Tübingen, Prof. Dr. **Tandler**-Wien, Prof. Dr. **Walthard**-Frankfurt a. M.

Herausgegeben von

**C. Menge,** Heidelberg und **E. Opitz,** Gießen.

Mit 374 zum Teil farbigen Abbildungen im Text.

*Preis geheftet Mk. 15.—, gebunden Mk. 16.—.*

---

Allgemeiner Teil.

I. **Entwickelungsgeschichte.** Von J. Tandler, Wien.
II. **Anatomie.** Von J. Tandler, Wien.
III. **Physiologie der weiblichen Genitalien.** Von H. Schröder, Dortmund.
IV. **Hygiene und Diätetik des Weibes.** Von C. Menge, Heidelberg.
V. **Allgemeine Symptomatologie.** Von K. Baisch, Stuttgart.
VI. **Über den Einfluß von Allgemeinerkrankungen des Körpers auf den Genitalapparat und umgekehrt.** Von M. Walthard, Frankfurt a. M.
VII. **Beziehungen der Erkrankungen der Genitalien zu den Nachbarorganen und umgekehrt.** Von Erich Opitz, Gießen.
VIII. **Die gynäkologischen Untersuchungsmethoden.** Von H. Sellheim, Tübingen.
IX. **Allgemeine Therapie.** Von Erich Opitz, Gießen.
X. **Asepsis und Antisepsis.** Von Erich Opitz, Gießen.

Besonderer Teil.

1. Systemerkrankungen.

XI. **Die Sterilität.** Von K. Baisch, Stuttgart.
XII. **Die gonorrhoischen Erkrankungen des weiblichen Genitaltraktus.** Von J. A. Amann, München.
XIII. **Ulcus molle und Lues.** Von H. Füth, Köln.
XIV. **Tuberkulose.** Von H. Füth, Köln.
XV. **Septische Erkrankungen.** Von Erich Opitz, Gießen.
XVI. **Verletzungen.** Fremdkörper und deren Folgen (Fisteln) ausschließlich Verlagerungen. Von G. Knauer, Graz.
XVII. **Pathologische Lage und Gestaltsveränderungen der weiblichen Geschlechtsorgane.** Von J. Halban, Wien.
XVIII. **Mißbildungen.** Von O. Pankow, Düsseldorf.
XIX. **Tierische Parasiten.** Von H. Füth, Köln.

2. Organerkrankungen.

XX. **Die Erkrankungen der Vulva.** Von Rud. Th. Jaschke, Gießen.
XXI. **Erkrankungen der Vagina.** Von Rud. Th. Jaschke, Gießen.
XXII. **Uterus.** Von Erich Opitz, Gießen.
XXIII. **Erkrankungen der Eileiter.** Von O. von Franqué, Bonn.
XXIV. **Erkrankungen des Eierstocks.** Von O. von Franqué, Bonn.
XXV. **Beckenbindegewebe und Beckenbauchfell.** Von Ph. Jung, Göttingen.
XXVI. **Die Erkrankungen der weiblichen Harnorgane.** Von O. Beuttner, Genf.
XXVII. **Darm.** Von Erich Opitz, Gießen.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch der topographischen Anatomie

## für Studierende und Ärzte

von

Dr. **H. K. Corning,**
Professor der Anatomie an der Universität Basel.

**Sechste Auflage.**

Mit 677 meist farbigen Abbildungen.

**Preis geb. Mk. 18.—.**

Cornings Buch hat in der neuen Auflage eine große Bereicherung an Text und Abbildungen erfahren. Ich verweise auf die Abbildungen über die Lage der Hypophysis, über die Topographie der Gehirnventrikel und viele andere. Auf den meisten Gebieten ist Neues hinzugekommen, was höchst instruktiv ist. Dem Chirurgen bietet das Buch eine Fülle von Belehrung. Durch die richtige Mischung von Text und Abbildungen, und durch die Vorzüglichkeit beider ist das Buch zurzeit das beste, was wir besitzen.

*Jahresbericht für Chirurgie.*

---

# Mnemotechnik der Receptologie.

**Leichtfaßliche Anleitung zum Erlernen der durch die Pharmacopoe vorgeschriebenen Maximaldosen auf mnemotechnischem Wege.**

Von

Dr. med. **C. Th. Hüetlin,**
prakt. Arzt in Freiburg.

*Vierte, vermehrte Auflage. — Preis Mk. 1.20.*

---

# Physiologisches Praktikum

## für Mediziner.

Von

Dr. med. **R. F. Fuchs,**
Professor an der Universität Breslau.

Mit 93 Abbildungen.

**Zweite verbesserte und erweiterte Auflage.**

*Preis gebunden Mk. 8.—.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Die anatomischen Namen

**ihre Ableitung und Aussprache.**

**Mit einem Anhang: Biographische Notizen.**

Von Professor Dr. **H. Triepel** in Breslau.

Fünfte verbesserte Auflage.

*Preis Mk. 2.40.*

---

# Entwickelungsgeschichte und Anatomie der weiblichen Genitalien.

Von

Professor Dr. **J. Tandler,** in Wien.

Mit 34 Abbildungen im Text.

**Preis gebunden Mk. 4.—.**

---

# Sexualleben und Nervenleiden.

**Nebst einem Anhang über Prophylaxe und Behandlung der sexuellen Neurasthenie.**

Von

Hofrat Dr. **L. Loewenfeld,**

Spezialarzt für Nervenkrankheiten in München.

**Fünfte, zum Teil umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.**

**Preis Mk. 11.–, gebunden Mk. 12.—.**

---

# Praktischer Leitfaden der qualitativen und quantitativen Harn-Analyse

**(nebst Analyse des Magensaftes)**

für Ärzte, Apotheker und Chemiker.

Von

Prof. Dr. **Sigmund Fränkel,** Wien.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

*Mit 6 Tafeln. — Gebunden Mk. 2.60.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch
der
# Ohren-, Nasen- und Kehlkopf-Krankheiten.

Von

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Otto Körner,**
o. ö. Professor der Medizin und Direktor der Universitäts-Ohren- und Kehlkopf-Klinik in Rostock.

Vierte und fünfte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 251 Textabbildungen, davon 34 in Farben und 1 Tafel.

*Preis gebunden Mk. 11.60.*

. . . . . Somit wird auch weiter die neueste Auflage des Buches, dessen Ausstattung vor allem in den zahlreichen und buntfarbigen Abbildungen eine ausgezeichnete zu nennen ist, den Studierenden und Ärzten, aber auch den Spezialisten sowohl für Studien, wie für Orientierungszwecke in einschlägigen Fällen ein wertvoller Ratgeber sein.

*Berliner Klinische Wochenschrift.*

Für die Brauchbarkeit des vorliegenden Lehrbuches spricht allein schon der Umstand, daß es alle zwei Jahre eine neue Auflage erlebt. Alles ist möglichst kurz und präzis; nebensächliches ist weggelassen. Neu hinzugekommen sind hier eine größere Anzahl Illustrationen, sowie je ein Kapitel über Ösophagoskopie und Laryngoskopie.

*Korrespondenzblatt f. Schweizer Ärzte.*

# Spezielle Diagnostik und Therapie

## in kurzer Darstellung mit Berücksichtigung aller Zweige der praktischen Medizin.

Herausgegeben von

Oberstabsarzt z. D. Dr. **Walter Guttmann**
a. d. Kaiser-Wilhelm-Akademie in Berlin.

*Preis geb. Mk. 10.65.*

Ein kurzes, handliches Büchlein, das in alphabetisch angeordneten Schlagworten das Wichtigste aus dem Gebiete der praktischen Gesamtmedizin anführt. Es ist erstaunlich, wie vollständig — eine Reihe von Stichproben haben dies gezeigt — das Wissenswerte in konzentriertester Form geboten wird.

Als Nachschlagewerk, zur raschen Orientierung verwendet, wird es diesen Zweck vollständig erfüllen und bietet demjenigen, dem eine größere Bibliothek nicht zur Verfügung steht, über die wichtigsten medizinischen Fragen Aufschluß. In diesem Sinne kann es bestens empfohlen werden. *Prager med. Wochenschrift.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Grundriß zum Studium der Geburtshilfe

in

**achtundzwanzig Vorlesungen und sechshundertsieben**
:: :: **bildlichen Darstellungen.** :: ::

Von

Geh. Med.-Rat Dr. **Ernst Bumm,**

Professor und Direktor der Universitäts-Frauenklinik der Charité in Berlin.

**Zehnte verbesserte Auflage.**

*Preis geb. Mk. 16.—.*

---

## Grundriß

der

# Chirurgisch-topographischen Anatomie

mit Einschluß der

## Untersuchung am Lebenden.

Von

Geh. Med.-Rat Dr. **Otto Hildebrand,**

ord. Professor der Chirurgie an der Universität Berlin.

**Dritte verbesserte und vermehrte Auflage.**

Mit 194 teils mehrfarbigen Abbildungen im Text.

*Preis gebunden Mk. 12.60.*

Verfasser gibt eine klare, gut verständliche Darstellung der topographischen Anatomie, wie sie für den Chirurgen die Grundlage bei den Operationen bilden soll. Der große Vorteil des Buches besteht darin, daß die trockene Materie durch eine anschauliche Schilderung der Untersuchungsmethoden am Lebenden ergänzt wird. *Medizinische Klinik.*

---

# Klinik der Darmkrankheiten.

Von Prof. Dr. **Adolf Schmidt,**

Geh. Med.-Rat, Direktor der Medizinischen Klinik in Halle a. S.

Mit 177 teils farbigen Abbildungen.

**Preis Mk. 23.—, gebunden Mk. 26.—.**

---

Schmidt hat uns in dem vorliegenden Buche eine Bearbeitung der Darmkrankheiten, seines Sondergebietes, in die Hand gegeben, die in keiner ärztlichen Bibliothek fehlen sollte. *Berliner klinische Wochenschrift.*

Nothnagels klassisches Buch über die Darmkrankheiten hat einen zeitgemäßen Nachfolger erhalten.

*Zentralbl. f. innere Medizin.*

Die Bearbeitung der Darmkrankheiten, wie sie uns A. Schmidt bietet, befriedigt ein vorhandenes dringendes Bedürfnis so gut, als dies überhaupt zurzeit, wo so vieles noch im Fluß ist, möglich ist. Die Ärzte haben allen Grund, dem Autor dafür dankbar zu sein, daß er seine beste Kraft für die Lösung der überaus schwierigen Aufgabe eingesetzt hat.

*Deutsche med. Wochenschrift.*